HANDBUCH

DER

GEWEBELEHRE

DES MENSCHEN

VON

A. KOELLIKER

PROFESSOR DER ANATOMIE ZU WÜRZBURG.

SECHSTE UMGEARBEITETE AUFLAGE.

Corrigenda.

S. 361 Anmerkung lies *Falcone* statt *Luciani*.

Fig. 579 fehlt in der Erklärung die Angabe, was *d* bedeute. Dieses *d* ist eine Zelle, deren Axon sich den Opticusfasern anschliesst und vielleicht centrifugal in der Retina endet.

Fig. 597 und 773 ist die *Commissura anterior* fälschlich mit *B* bezeichnet. Bei Fig. 773 wäre auch auf die Buchstaben der S. 428 zu verweisen.

Seite 437 Zeile 8 von oben lies Fig. 611 statt 610.

„ 762 Zeile 22 von unten lies Fig. 788 statt 789.

„ 763 in der Erklärung lies 777 statt 83; ferner setze: *tW'* Ursprung der Faserung der tiefen Wurzel des *Alveus* von den Pyramidenzellen der Höhlung der *Fascia dentata*.

Fig. 806 setze in die Erklärung *Spl* Balkenwulst, in der Figur fälschlich *Sp*.

HANDBUCH

DER

GEWEBELEHRE

DES MENSCHEN

VON

A. KOELLIKER
PROFESSOR DER ANATOMIE ZU WÜRZBURG.

SECHSTE UMGEARBEITETE AUFLAGE.

ZWEITER BAND:
NERVENSYSTEM DES MENSCHEN UND DER THIERE.

MIT 516 ZUM THEIL FARBIGEN FIGUREN IN HOLZSCHNITT UND ZINKOGRAPHIE.

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1896.

Druck der Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

Vorwort.

Dieser 2. Band der 6. Auflage meiner Gewebelehre hat zu seiner Vollendung längere Zeit beansprucht, als ich voraussehen konnte. Die ersten 24 Bogen erschienen im Herbste 1893 und hoffte ich damals den ganzen Band im Laufe des Jahres 1894 herausgeben zu können. Es zeigte sich jedoch, dass die Bearbeitung des Mittelhirns und Vorderhirns, für welche Theile vom Menschen nur wenige Vorarbeiten nach neueren Methoden vorlagen, eine längere Zeit beanspruchte und so begann der Druck erst im Frühjahre 1895. Bis zum Herbste wurden dann die Bogen 25—38 gedruckt und vom Januar bis zum 15. April der Rest, Bogen 39—56.

Meine Arbeit wurde wesentlich erleichtert durch die Hilfe, die mir von zwei Seiten zu Theil wurde. Einmal unterstützte mich mein früherer Präparator, der jetzige Custos am Institute für Mikroskopie, Embryologie und vergleichende Anatomie, Herr P. Hofmann durch die Anfertigung einer sehr grossen Zahl von schönen Serienschnitten vom Menschen und von Thieren nach den Methoden von Golgi und von Weigert, für die ich demselben hier öffentlich meinen besten Dank sage. Und zweitens war es mir vergönnt in Herrn L. Stierhof einen Zeichner für mikroskopische Objekte zur Verfügung zu haben, der seines Gleichen sucht. Von den über 400 Zeichnungen dieses Bandes sind alle, mit Ausnahme von nur 8, Originale und diese wurden mit grösster Sorgfalt, ohne ein Zuthun von meiner Seite, getreu nach der Natur gezeichnet, so dass jede Figur nur das wiedergiebt, was das Original zeigte und somit den Werth einer Urkunde besitzt. In der

grossen Zahl dieser Originalzeichnungen liegt ein Hauptwerth dieses zweiten Bandes, und bin ich dem Herrn Verleger in hohem Maasse verpflichtet, dass er eine so reiche Ausstattung zugab, ebenso wie auch der Officin des Herrn H. Stürtz in Würzburg für die sorgfältige Ausführung der schwierigen farbigen Figuren und der Herstellung des ganzen Druckes.

Ich schliesse mit dem Wunsche, dass dieser erste Versuch einer ausführlichen Bearbeitung des feinsten Baues des centralen Nervensystems des Menschen und der Säugethiere eine nicht ungünstige Beurtheilung finden möge. Vieles, sehr vieles ist an demselben Stückwerk, ich bitte jedoch zu bedenken, dass in einem so schwierigen Gebiete der Erfolg unmöglich auch dem ernstesten und besten Wollen entsprechend sich gestalten konnte.

Lugano am 14. April 1896.

A. Koelliker.

Inhalts-Verzeichniss.

Vom Nervensysteme.

§ 116.

Das Nervensystem ist, vom gröberen anatomischen Standpunkte aus betrachtet, ein vollständig zusammenhängendes Ganzes, an dem man zwei grössere Hauptmassen, Rückenmark und Gehirn, und viele zu fast allen Organen von denselben ausgehende Stränge, die Nerven, unterscheidet. Die beiden ersten oder das centrale Nervensystem, die Centralorgane, werden nicht bloss vom anatomischen Standpunkte aus, als Ausgangspunkte der Nerven, sondern auch von Seite der Physiologie, als Anreger der Bewegungen und Sitz der Empfindungen so wie der Seelenthätigkeiten, als übergeordnete Theile angesehen, während man den letzteren oder dem peripherischen Nervensysteme mehr die Rolle der Diener, die Vermittelung der Kontraktionen und Sensationen zuschreibt. Diese Betrachtungsweise ist jedoch nur theilweise richtig, weil 1. auch in den sogenannten Centralorganen sehr viele untergeordnete Theile, wie in den Nerven, vorkommen und 2. das peripherische Nervensystem in den sogenannten Ganglien oder Nervenknoten ebenfalls physiologische und anatomische Centralorgane besitzt. Auch die alte Eintheilung des Nervensystemes in animales und vegetatives kann vor den Erfahrungen der Neuzeit nicht länger Stand halten und ist das letztere oder der Sympathicus, auch das Gangliennervensystem, nur als ein, freilich eigenthümlich gestalteter Theil des peripherischen Nervensystemes zu betrachten.

Die wesentlichen Elemente des Nervensystems sind die Nervenkörper oder Nervenzellen, die alle mit ihren verschiedenartigen Ausläufern, die die Bedeutung von leitenden Apparaten oder Nervenfasern haben, wie die neuesten Untersuchungen lehren, anatomische für sich bestehende Einheiten bilden, die untereinander nicht direkt verbunden sind, sondern nur durch Kontiguität oder Kontakt auf einander wirken. Zur Bezeichnung einer solchen Einheit hat *Waldeyer* das Wort „der *Neurôn*" (*ὁ νευρών*), die *Neuronen*, vorgeschlagen, welches Wort jedoch nicht das besagt, was es soll, und das ich durch die Worte „Nervenbäumchen", „Neurodendren oder Neurodendridien", zu ersetzen mir erlaube. Ein jedes dieser Neurodendren besteht mindestens aus zwei Theilen, der Nervenzelle und ihren Ausläufern, und diese letzteren zerfallen in vielen Fällen in zwei besondere Gruppen, die Protoplasmafortsätze von *Deiters*,

oder die *Dendriten* von *His*, und den Achsencylinderfortsatz oder den nervösen Fortsatz, für den ich den Namen *Neuraxon* oder *Axon* brauchen will, Fortsätze, die im weiteren Verlaufe oft zu „markhaltigen Nervenfasern“ sich gestalten. Aus Gründen der Zweckmässigkeit wurden schon im § 38 die Nervenzellen und Nervenfasern besonders behandelt und sollen nun der dort gegebenen kurzen Schilderung noch eine Reihe Einzelheiten beigefügt und streitige Fragen besonders beleuchtet werden, was in drei besondere Abtheilungen unter den Ueberschriften: Markhaltige Fasern, Marklose Fasern und Nervenzellen geschehen soll.

Das Wort *Neurôn, Neuronen*, das gut klingt, kann sprachlich nicht gebraucht werden, wie vorgeschlagen wurde, denn es bedeutet einen Sammelpunkt vieler Neuren oder Nerven. Von den Worten Neurodendren und Neurodendridien ist das letztere, obschon länger, als Uebersetzung von Nervenbäumchen doch vielleicht entsprechender.

Elemente des Nervensystems.

A. Markhaltige Fasern.

§ 117.

Ranvier'sche Einschnürungen, Marksegmente, Durchmesser der Nervenfasern. Die erstgenannten Bildungen, obschon seit Langem von Manchen gesehen und auch gut abgebildet (s. d. Anm.), wurden doch erst im Jahre 1871 und 1872 von *Ranvier* als eine allgemeine Erscheinung und in ihrer Wichtigkeit erkannt (Compt. rend. 1871 Tom 73. Nov.; Arch. de phys. norm. et path. T. IV. 1872). Derselbe machte nämlich darauf aufmerksam, dass nur an diesen Stellen, die er „anneaux constricteurs“ nennt, Reagentien wie Pikrokarmin, Ammoniak und Höllenstein in die Nervenfasern eindringen und dieselben färben, während diese Stoffe durch die Markscheide hindurch nicht einwirken, und schloss hieraus, dass auch die Ernährungsflüssigkeit sich ebenso verhalte und nur von den Einschnürungen aus ihre Wirkung entfalte.

Ranvier'sche Einschnürungen finden sich abgebildet in meiner Gewebelehre (siehe die in allen Auflagen enthaltene Fig. 305 Bd. I der 6. Auflage, die 6 Einschnürungen auch an Theilungsstellen zeigt, dann die Fig. 173 der 5. Auflage bei *bb*), ferner bei *Ecker* in Icones phys. 1854 Taf. XIII Fig. VIII, der deutlich eine Einschnürung zeichnet und besonders auf dieselbe aufmerksam macht, endlich bei *Czermak* in *Müller*'s Arch. 1849 S. 253 Fig. 6.

Alle weiteren Beobachter bestätigten die Erfahrungen von *Ranvier* in Betreff des normalen Vorkommens dieser Einschnürungen, die wir nach ihm benennen, und machten sich meist auch seine Hypothese zu eigen; zugleich aber erweiterten manche derselben die Beobachtungen des französischen Forschers, unter denen vor Allen *Key* und *Retzius* zu nennen sind, denen wir die Kenntniss einer Menge von Einzelheiten über diese Bildungen verdanken.

Vor allem bestimmten diese Forscher die Länge der Abschnitte oder Glieder zwischen zwei Einschnürungen oder der „Segments interannulaires“ von *Ranvier* in ihrem Verhältnisse zur Dicke der Nervenfasern bei einer Reihe von Geschöpfen und fanden hierbei den schon von *Ranvier* aufgestellten Satz bestätigt, dass mit der Zunahme der Dicke der Nervenfasern im Allgemeinen die Länge der

Glieder wächst. Folgende kleine Tabelle giebt die Hauptergebnisse ihrer Untersuchungen unter Beifügung einiger anderer Angaben:

	Feine Fasern		Dicke Fasern	
	Durchmesser der Fasern	Länge der Segmente	Durchmesser der Fasern	Länge der Segmente
	mm	mm	mm	mm
Mensch	0,002	0,09	0,016	0,96
„			0,010	0,92—1,0 (*Ranvier*)
Hund	0,004	0,32	0,014	0,67
„	0,005	0,75 (*Ranvier*)	0,015	1,15—1,20 (*Ranvier*)
Kaninchen	0,003	0,17	0,017	0,91
Buchfink	0,0016	0,12	0,011	0,51
Frosch	0,0032	0,28	0,016	1,34
Rana esculenta (*Ranvier*)			0,010	1,5—1,8
Hecht	0,0048	0,73	0,016	1,16
Torpedo (*Ranvier*, leçons s. l. syst. nerveux. II p. 170)			0,012	1,20
gewöhnliche Nerven			0,020	2,0—2,25
Torpedo (*Ranvier*)			0,012	0,5—0,6
elektr. Nerven			0,020	1,0—1,15

Aus diesen Zahlen ergiebt sich, dass die Glieder der feinen Nervenfasern beim Menschen am kürzesten sind und dass bei den groben Fasern der Mensch und die Säuger ziemlich auf einer Stufe stehen. Die wenigsten Einschnürungen auf eine gegebene Länge der Fasern haben die Fische und der Frosch. Uebertägt man die physiologischen Ableitungen von *Ranvier* auf diese Thatsachen, so folgt aus denselben, dass die niederen Wirbelthiere in Betreff der Ernährung der Nervenfasern ungünstiger gestellt sind, als die höheren und dass bei allen Geschöpfen die feinen Nervenfasern vor den groben den Vorrang haben, während a priori gerade umgekehrt zu erwarten gewesen wäre, dass dickere Achsencylinder auch einer grösseren Zufuhr von Ernährungsflüssigkeit bedürfen.

Weiter ist noch zu bemerken, dass bei einem und demselben Geschöpfe die Länge der Nervenfaserglieder im Verhältnisse zum Durchmesser der Fasern manchen Schwankungen unterliegt, mit Bezug auf welche schon nach den bisherigen Erfahrungen gewisse Gesetze sich herausstellen. In erster Linie ergiebt sich, dass in einem und demselben Nervenstamme oder in gleichwerthigen Stämmen kleinere Wechsel in der Länge der Glieder vorkommen, mit Bezug auf welche die Tabellen von *Key* und *Retzius* zu vergleichen sind. Zweitens sind in der Nähe der Endigungen der Nerven die Glieder ausnahmslos kürzer als in den Stämmen, was damit zusammen hängt, dass an diesen Stellen die Nervenfasern mehr im unentwickelten, man könnte selbst sagen, embryonalen Zustande sich befinden. Embryonale Nerven haben nämlich nach den Untersuchungen von *Rouget*, *Leboucq*, *Vignal* und *mir* stets kurze Segmente und zwar um so kürzere, je unentwickelter die Nerven sind (Fig. 349). Es sind übrigens nicht nur die allerfeinsten dunkelrandigen Nervenfasern der Peripherie, die kurze Glieder darbieten, sondern auch stärkere Fasern. Schöne Beispiele solcher bieten

die Aestchen der Muskelnerven (Fig. 346) und diejenigen der elektrischen Nerven von *Torpedo* dar, an welchen auch die von *Key* und *Retzius* zuerst aufgedeckte Thatsache sich nachweisen lässt, dass an allen Theilungsstellen dunkelrandiger Fasern, *Ranvier*'sche Einschnürungen sich finden, mögen dieselben in zwei oder drei oder in acht, zehn und zwanzig Aeste sich spalten.

Eine sehr bemerkenswerthe Thatsache meldet drittens *Ranvier,* dass nämlich bei *Torpedo* die elektrischen Nerven bei gleicher Dicke viel kürzere Segmente haben als die gewöhnlichen Nerven (siehe die obige Tabelle), welche Thatsache er ebenfalls im Sinne seiner oben erwähnten Hypothese verwerthet, indem er annimmt, dass die grössere Zahl der Einschnürungen der elektrischen Nerven eine bessere Ernährung ihrer Achsencylinder und somit auch bedeutendere Leistungen derselben ermögliche.

Zu den auf S. 154 Bd. I gemachten Angaben über das Vorkommen *Ranvier*'scher Einschnürungen an cerebralen Fasern füge ich noch folgendes bei: *Porter* beschreibt an den Nervenfasern des Rückenmarks Schnürringe (Quart. Journ. of micr. sc. 1890 pg. 70), ebenso *Capobianco* und *Germano* (Jahresber. v. *Hermann* und *Schwalbe* 1892 I S. 138). Ferner hat *Ramón y Cajal* im elektrischen Lappen des Zitterrochens bei Versilberung Einschnürungen von Nervenfasern gefunden, an denen die Markscheide fehlte und der Achsencylinder an beiden Enden der Einschnürung einen schwarzen Niederschlag in Gestalt einer Querscheibe zeigte (Rivista trimestrial Agosto 1888 pg. 49—57. Taf. VII, Fig. 2 c, 6, 7). Da jedoch solche dunklen Querscheiben auch ohne Unterbrechung des Markes vorkamen (l. c. Fig. 2, b; 8, a), welche *Ramón* irrthümlicher Weise für *Lantermann*'sche Einschnitte hält, so scheint mir auch hier die Angelegenheit noch nicht spruchreif.

Viel bedeutungsvoller als die eben genannten und die früher erwähnten Angaben von *Le Goff* und *Tourneux* und die von *Schiefferdecker* (s. Bd. I, S. 154), zu denen noch neue Mittheilungen des letzten Autors (Gewebelehre II, S. 190, Fig. 120) dazu kommen, erscheinen die Beobachtungen von *Flechsig* (Sächs. Ber. 1889 und *Du Bois*' Archiv 1889 S. 537, Taf. X), dem es durch Anwendung von japanesischem Rothholz an Hirnpräparaten des Menschen nachzuweisen gelang, dass und wie die nervösen Zellenfortsätze der Pyramidenzellen mit Mark sich umhüllen. Hierbei zeigte sich, dass bei allen Theilungen dieser Fortsätze und bei jeder Abgabe von Seitenästen marklose Stellen vorkommen, die den Abbildungen zu Folge ganz an diejenigen erinnern, welche an gewöhnlichen peripheren Fasern sich finden. Eigenthümlich ist nur, dass *Flechsig* in der Figurenerklärung von einer durch Sublimat färbbaren Hülle der markhaltigen Fasern spricht, welche doch wohl nicht anders gewesen sein kann, als ein oberflächlicher Theil des Markes.

Im Uebrigen scheint mir auch durch diese letzten Untersuchungen die Frage nach dem Vorkommen von marklosen Stellen an centralen Fasern noch nicht ganz erledigt und möchte ich glauben, dass wenn solche sich fänden, dieselben auch an frischen und an Osmiumfasern zu sehen sein müssten, was mir bis jetzt noch nicht gelang.

Die Durchmesser der markhaltigen Nervenfasern schwanken bei einem und demselben Geschöpfe innerhalb weiter Grenzen. Ganz abgesehen

davon, dass die embryonalen Fasern anfangs sehr schmal sind, ergeben sich auch beim Erwachsenen sehr bedeutende Schwankungen, indem hier in einem und demselben Organe, wie in der Rinde und der Marksubstanz aller Theile des Gehirns, im Rückenmark, in den peripheren Nerven, sehr verschiedene Durchmesser sich finden, die von 1 μ bis 10 und 20 μ und darüber gehen. Frägt man nach dem Gesetze, das diese Verhältnisse beherrscht, so lässt sich in erster Linie der Satz aufstellen, dass die Dicke der Nervenfasern in einer bestimmten Beziehung zur Grösse ihrer Nervenzellen steht, so dass grosse Zellen dickeren Fasern und kleine feineren solchen Elementen den Ursprung geben. Berühmte hierher gehörende Beispiele sind die grossen Zellen, die bei Fischen die dicken Fasern der elektrischen Organe entsenden, ferner die von *Fritsch* entdeckten kolossalen Zellen von *Lophius* von 0,13—0,25 mm Grösse mit ihren mächtigen Achsencylinderfortsätzen, die grossen von *Retzius* beschriebenen Nervenzellen der Krustaceen mit ihren dicken nervösen Fortsätzen u. a. m. Auf der andern Seite nenne ich die kleinen Zellen der Ganglien der Kruster mit feinen Achsencylindern, die kleinen Zellen der sympathischen Ganglien, des *Ganglion spirale cochleæ*, der Netzhaut, des olfactorischen Epithels u. a. m., denen feinere und feinste Fasern entsprechen.

Weiter kommen dann noch andere Verhältnisse in Betracht. Allgemeines Gesetz ist es, dass alle Nervenfasern in den Nervenstämmen vom Centrum aus gegen die Peripherie an Dicke abnehmen, in der Art, dass die Endäste derselben stets dünner sind als die Stammfasern, aus denen sie hervorgehen. Hierbei scheint es ferner nach *Schwalbe* Regel zu sein, dass eine motorische Nervenfaser erst dann sich verschmälert, wenn sie sich theilt, während die sensiblen Fasern in ihrem peripheren Verlaufe allmählich an Durchmesser verlieren, solange sie noch ungetheilt sind. Die ausgezeichnetsten Beispiele einer Dickenabnahme zeigen die Nervenfasern der elektrischen Organe von *Torpedo*, bei denen, wie *R. Wagner's* schöne Abbildungen zuerst lehrten, eine dicke Nervenfaser von einem Punkte aus in 12—25 feine Aestchen sich zertheilt, die dann im weiteren Verlaufe unter steter langsamer Abnahme des Durchmessers noch viele Zweitheilungen erleiden. Bei *Malapterurus* sind nach *Fritsch* diese Theilungen noch viel zahlreicher, indem hier eine einzige Nervenfaser über zwei Millionen Enden besitzt. Physiologisch und anatomisch bedeutungsvoll ist es, dass bei diesen Theilungen motorischer wie sensibler Fasern nicht nur die Markscheide, was an sich unwichtig ist, sondern auch der Achsencylinder eine oft sehr bedeutende Zunahme des Gesammtkalibers erfährt, wie *Schwalbe* mit vollem Rechte zuerst betont hat. Beim Zitterwels berechnet *Fritsch* diese Zunahme auf das 346,760fache! Wie die Verhältnisse der Durchmesser der Nervenfasern bei ihrem Ursprunge von Nervenzellen in den Ganglien und den Centralorganen sich verhalten, ist noch nicht genügend untersucht. Halten wir uns an das Nervensystem der Wirbellosen, so ergeben die Untersuchungen von *Retzius*, dass bei den Krustaceen und Anneliden sehr häufig der von der Nervenzelle entspringende Fortsatz feiner ist als die im weiteren Verlaufe aus demselben sich entwickelnde Nervenfaser. Eben so oft und vielleicht noch öfter findet sich aber auch das Gegentheil. In den Spinalganglien und Ganglien der Kopfnerven der Wirbelthiere dagegen scheinen die dunkelrandigen Fasern in der Nähe ihrer Ursprungszellen gewöhnlich feiner zu sein als im weiteren Verlaufe (*Retzius* im Arch. f. Anat.

u. Phys., Anat. Abth. 1880). Von den Nervenfasern des Gehirns und Rückenmarks ist in Betreff ihrer Durchmesser an verschiedenen Stellen ihres Verlaufes wenig bekannt; doch glaube ich aus dem Umstande, dass im grossen und kleinen Gehirn die dunkelrandigen radiären Fasern der grauen Rinde im Allgemeinen dünner sind, als diejenigen der weissen Marksubstanz, den Schluss ableiten zu dürfen, dass auch hier die Fasern an ihren Ursprüngen feiner sind, als im weiteren Verlaufe.

Endlich sei noch erwähnt, dass nach *Schwalbe* bei einem und demselbem Geschöpfe die längsten Nervenfasern auch zugleich die dicksten sind, in welcher Beziehung die sensiblen Nerven weniger Abweichungen zeigen, als die motorischen.

Fragen wir zum Schluss noch, wie in den Nervenstämmen die verschiedenen Fasergrössen gemischt sind, so ergiebt sich, dass die motorischen wie sensiblen Nerven sehr verschieden dicke Fasern enthalten, so jedoch, dass die bedeutendsten Grössen in den ersteren vorwiegen und die sensiblen Nerven im Allgemeinen geringere Durchmesser ihrer Elemente darbieten.

§ 118.

Die Markscheide oder das Nervenmark (das Myelin oder die Myelinscheide der Autoren). Mit diesem Namen bezeichnet man den zwischen der *Schwann*'schen Scheide und dem Achsencylinder gelegenen Bestandtheil der dunkelrandigen Nervenfasern, der durch seine Weichheit und grosse Wandelbarkeit sich auszeichnet und zu den verschiedensten Auffassungen Veranlassung gegeben hat. Mit Bezug auf die chemische Beschaffenheit des Nervenmarkes verweise ich besonders auf die Arbeit von *Kossel* (Gewebel. v. *Schiefferdecker* und *Kossel* II S. 230) und auf *Gad* und *Heymans* (Arch. f. Anat. u. Phys. Phys. Abth. 1890 S. 530) und hebe hier nur hervor, dass der durch Osmiumsäure sich schwärzende Bestandtheil desselben nach *Gad* und *Heymans* eine Form von *Lecithin* ist, die nach ihrer Schwärzung nicht mehr extrahirbar ist, während *Protagon* und *Cholestearin*, die andern wesentlichen Bestandtheile des Markes, durch Alkohol ausgezogen werden können. Als *Neurokeratin* bezeichnen *Ewald* und *Kühne* eine im Mark vorhandene Substanz, die in Osmium sich nicht schwärzt, in Alkohol und Aether sich nicht löst und auch der Pepsin- und Trypsinverdauung widersteht.

Gehen wir zum Verhalten des Nervenmarkes in lebenden Nervenfasern über, so ergeben sich schon über die Frage der Conturen desselben Verschiedenheiten, indem die einen, wie *Henle, ich, Schwalbe* u. A. die Begrenzungen desselben als einfach, andere wie *Ranvier* als doppelt auffassen; ferner werden die Markkegel (I S. 149) einerseits als natürliche Bildungen, anderseits als Kunst- oder Zerfallsprodukte gedeutet. Den ersten Punkt anlangend, so lehrt jede Untersuchung eines frischen Nerven in unschädlichen Flüssigkeiten (Kochsalz von $^1/_2$—$^3/_4$ %, dünnes Jodserum, Humor vitreus, Krebsblut) oder noch besser lebender Nerven in durchsichtigen Theilen (Schwänze von älteren Batrachierlarven), dass die markhaltigen Nervenfasern von Hause aus einfach conturirt sind und erst nach und nach doppelte Umrisse annehmen und noch später in verschiedenen Graden körniges Mark zeigen. Man bezeichnete diese Umwandlung bisher als „Gerinnung“ und ist nicht zu leugnen, dass für eine solche Deutung namentlich

die Umwandlungen sprechen, welche das herausgeflossene Nervenmark erleidet, indem an demselben ebenfalls doppelte Conturen und später körnige Umwandlungen im Innern auftreten. *Henle* und *Kuhnt* haben bei diesen Vorgängen an eine Trennung der fettigen und eiweissartigen Bestandtheile des Markes gedacht, von welcher jedoch die gewöhnlichen doppeltconturirten Nervenfasern keine Spur zeigen. Dagegen bewirkt Ueberosmiumsäure, wie wir unten sehen werden, allerdings Erscheinungen, die kaum anders zu deuten sind und ebenso möchte ich auch das Auftreten der Markkegel in dieser Weise erklären. Noch anders fasst *Ranvier* die doppelten Conturen auf (Traité technique pg. 720), indem er annimmt, dass das Mark Wasser aufnehme und in Folge dessen anschwelle, bei welcher Annahme jedoch unerklärt bleibt, warum das gequollene Mark dunkel erscheint und Nervenfasern mit doppelten Conturen im Allgemeinen keine grösseren Durchmesser besitzen als andere. Unbestritten sei jedoch, dass, wie längst bekannt, Nervenmark in Wasser quillt, sich aufblättert und blass wird (Fig. 42).

Die *Schmitt-Lantermann*'schen Einschnürungen oder die Markkegel, die bereits eine Figur in *Henle's* Allg. Anat. (S. 618 Taf. IV Fig. 5 *h*) erkennen lässt, sind an lebenden Fasern nicht vorhanden und daher nicht als natürliche, vorgebildete Theile anzusehen, mit welchem Ausspruche der Annahme der Mehrzahl der neueren Forscher entgegengetreten wird. Ich begründe denselben in folgender Weise.

Erstens ergiebt die Untersuchung der unberührten Nervenfasern lebender Thiere, wie sie bei älteren Larven von Amphibien durchgeführt werden kann (*Hans Schultze, ich*), dass dieselben einfache, ununterbrochene Conturen besitzen und keine Spur von Einkerbungen zeigen. Diesen Beobachtungen gegenüber haben, wie mir scheint, andere entgegengesetzte Erfahrungen, die an der Nickhaut des Frosches, den Schuppentaschen von Fischen, der Lunge und Zunge des Frosches u. s. w. gesammelt wurden, keine Beweiskraft, da es sich in allen diesen Fällen nicht um Nerven handelte, die in ganz natürlichen Verhältnissen sich befanden.

Zweitens lehrt die Erforschung von Nerven eines eben getödteten Thieres in unschädlichen Medien, dass lange nicht alle Nerven die betreffenden Markunterbrechungen zeigen. Vor allem fehlen dieselben an vielen feineren Fasern, aber auch starke und die stärksten solchen Elemente zeigen oft auf grösseren Strecken keine Markkegel oder nur vereinzelte solche. Dasselbe gilt von Fasern, die mit dem Reagens behandelt wurden, das anerkannter Weise die Nervenelemente am untadeligsten erhält, der verdünnten Ueberosmiumsäure, und zeigen namentlich viele so behandelte Fasern der Centralorgane (Gehirn, Mark) oft auf grössere Strecken keine Spur von Einkerbungen und wird ein ähnliches Verhalten auch bei manchen peripherischen Fasern beobachtet.

Drittens endlich möchte ich die von allen Beobachtern anerkannte und beschriebene grosse Unbeständigkeit der Markkegel mit Bezug auf Form (einfache, procoele und opisthocoele Kegel, Doppelkegel), Länge, Zahl und Stellung der Einkerbungen nicht nur bei verschiedenen Fasern, sondern auch an einem und demselben Elemente betonen und besonders hervorheben, dass dieser Wechsel, im Vergleiche mit der Gesetzmässigkeit im Auftreten der Segmente und Einschnürungen, sehr wenig zu Gunsten der Annahme spricht, dass das Zerfallen

des Markes in kürzere Abschnitte etwas Natürliches sei. Mit demselben Rechte könnte man auch die Varicositäten der centralen Nervenfasern als normale Bildungen deuten, wie dies auch früher geschah.

Wenn nun auch die *Schmitt-Lantermann*'schen Einkerbungen nicht als normale Bildungen angesehen werden können, so ist doch die Frage keine müssige, welche Veränderungen der Nervenfasern die Entstehung derselben bedingen und welche Beschaffenheit die Trennungslinien der Markkegel darbieten. Weder *Schmitt* noch *Lantermann* haben diese Fragen berührt und ist *Ranvier* wohl der erste, der die Hypothese aufgestellt hat, dass in den Einschnitten zwischen den Markkegeln eine Protoplasmaschicht enthalten sei. Nach *Ranvier* findet sich an jedem Segmente unterhalb der *Schwann*'schen Scheide eine dünne Protoplasmalage und diese setze sich an den Einschnürungen auf den Achsencylinder fort und bekleide auch diesen. Zwischen dieser äusseren und inneren Protoplasmalage sollen nun immer zwischen zwei *Lantermann*'schen Markkegeln verbindende Protoplasmablätter von Trichterform sich finden und somit das Mark eines jeden Segmentes in einer grösseren Zahl von Hohlräumen enthalten sein (Leçons. I pg. 118 u. ff.). Beweise für diese Annahmen finden sich bei *Ranvier* keine, denn wenn auch als sicher anzusehen ist, dass zwischen den *Lantermann*'schen Kegeln eine hellere Substanz sich findet, so fehlt doch jeder Anhaltspunkt über die Natur derselben und steht die Annahme der beiden Protoplasmaschichten um den Achsencylinder und unterhalb der *Schwann*'schen Scheide ganz unbegründet da.

Weiter hat dann *Golgi* über die zwischen den Markkegeln befindlichen Theile bemerkenswerthe Angaben gemacht (Arch. per le sc. med. 1880 Vol. IV Nr. 10). Nach diesem Autor finden sich in den Nervenfasern, entsprechend den Einschnitten zwischen den Markkegeln, ebensoviele Systeme von kreisförmig verlaufenden feinen Fäden, die ich die *Golgi*'schen Markfäden nennen will, von denen jedes einen dünnen Hohlkegel darstellt, der seine abgestumpfte Spitze am Achsencylinder, seine breite Basis am Eingange einer Markspalte und somit an der innern Oberfläche der *Schwann*'schen Scheide hat. *Golgi* betrachtet diese Fadensysteme als Stützapparate (apparati di sostegno) für die Marksubstanz oder das sog. Myelin und erwähnt zugleich, dass in gewissen Fällen an der gesammten Oberfläche der Nervenfasern von einer Markspalte zur andern eine Querfaserung wahrzunehmen sei.

Golgi und sein Schüler *Rezzonico* haben nun übrigens die erwähnten Fadensysteme nicht nur an den peripherischen Nervenfasern, sondern auch an den der *Schwann*'schen Scheide entbehrenden centralen Fasern aufgefunden. Auch diese Fasern zeigen, wenigstens im Rückenmark des Pferdes und des Ochsen, Markkegel und Markspalten, doch sind die letzteren schiefer und die ersteren länger, ferner beide weniger ausgeprägt, auch wohl, wie ich oben schon betonte, stellenweise ganz fehlend.

Durch die *Golgi*'sche Behandlung mit doppeltchromsaurem Kali und Höllenstein stellte *Rezzonico* auch an diesen Fasern in der ganzen Länge des Markes dicht aufeinander folgende, lange, trichterförmige Stützapparate (imbuti) dar, welche eng in einander steckend von der Oberfläche der Fasern bis zum Achsencylinder gingen. Diese Trichter, die an ganzen Fasern eine schiefe Streifung des Markmantels bewirken, besitzen eine gewisse Selbständigkeit,

trennen sich leicht von einander und lassen sich selbst isoliren, in welchem Falle sie quer gestreift erscheinen, welches Aussehen nach *Golgi* und *Rezzonico* daraus sich erklärt, dass jeder Trichter aus dichten Windungen eines spiralig aufgerollten Fadens gebildet ist. (S. die Figuren bei *Rezzonico.)*

Die genannten Beobachtungen von *Golgi* wurden im Wesentlichen bestätigt von *Giuseppina Cattani* und von *Marenghi* und *Villa.* Erstere geht jedoch in mehreren Beziehungen noch weiter und fasst die Verhältnisse zum Theil auch anders auf. Erstens findet dieselbe die *Golgi*'schen Fasersysteme nur im Bereiche der Markspalten und nicht auch auf den cylindrokonischen Gliedern, wie *Golgi.* Zweitens nimmt *G. Cattani,* wie *Kühne* und *Ewald,* zwei besondere Markscheiden an, von denen die innere als eine den Achsencylinder in seiner ganzen Länge umgebende angesehen wird, die andere dagegen als an

Fig. 330.

den Einschnürungen unterbrochen. Drittens endlich beschreibt dieselbe besondere Fasern in den zwischen je zwei Markspalten befindlichen Theilen des Markes, die in zwei sich kreuzenden Richtungen das Mark durchziehen und in schiefer Richtung von der äusseren Markscheide zur inneren verlaufen. Im Querschnitte sollen diese Fasern Scheiben bilden, deren Fasern in den einzelnen Scheiben unter spitzen Winkeln sich kreuzen, eine Annahme, die mit dem Verhalten der Längsschnitte nicht vereinbar ist, welches darauf hinweist, dass die betreffenden Streifen, wenn sie wirklich Fasern sind, Längsblätter darstellen.

Nach meinen eigenen Erfahrungen kommt alles was *Golgi* abbildet und beschreibt, an den Nervenfasern vor und wurde von mir zuerst an Präparaten von *Golgi* und dann auch an eigenen Objekten gesehen (Fig. 330). Ebenso kann ich auch die *Cattani*'sche schiefe Strichelung des Nervenmarks bei gewissen Behandlungsweisen der Nervenfasern bestätigen. Die Frage liegt für mich somit so, ob

Fig. 330. 1 Nervenfaser aus dem *Ischiadicus* von *Rana* mit deutlichen faserigen *Lantermann*'schen Spalten. 2 Nervenfaser aus einer Nervenwurzel des Ochsen. 3 Froschnervenfaser mit Achsencylinder. Imbuti weniger deutlich. Behandlung mit Osmium. Starke Vergr.

diese Bildungen als natürliche, der lebenden Nervenfaser zukommende anzusehen sind, oder als postmortale, durch gewisse Behandlungsweisen erzeugte. Um dieselbe zu beantworten, müssen die Veränderungen des Nervenmarkes durch Reagentien einer besonderen Betrachtung unterzogen werden. Sehen wir in erster Linie, wie die mit Recht so gerühmte verdünnte Ueberosmiumsäure von $^1/_{1000}$—$^1/_{100}$ auf frische Nervenfasern einwirkt, so finden wir, dass in gewissen Fällen das Nervenmark, abgesehen von der Schwärzung, keinerlei Veränderungen zeigt. Weiter treten dann cylindrokonische Glieder auf und zugleich eine bis jetzt nur von *Lantermann*, *Golgi*, *Pertik* und *Joseph* erwähnte und zum Theil abgebildete Veränderung. *Lantermann* schildert dieselbe als eine zierliche netzförmige Zeichnung (l. c. Fig. 2), die an Osmiumpräparaten oft mit sehr grosser Regelmässigkeit auftrete und deren Bedeutung er nicht anzugeben wisse. *Golgi* erwähnt einfach die Beobachtung von *Lantermann* (l. c. 1880 S. 16) und enthält sich ebenfalls einer Deutung. Nach *Joseph* endlich treten durch Osmium in der Markscheide zwei in ihrem Verhalten gegen das Licht und den Farbstoff verschiedene Substanzen auf, einmal ein sehr stark gefärbtes regelmässiges Bälkchenwerk, in dessen Maschen das durch Osmium graue Mark sich befinde (l. c. Fig. I und II), welches Balkennetz *Joseph* als mit dem Neurokeratingerüst von *Kühne* und *Ewald* wahrscheinlich identisch ansieht. Diese Ansicht kann sofort als unrichtig bezeichnet werden, denn das sog. Neurokeratinnetz färbt sich nicht in Osmium und zeigt sich nur an entfetteten Nerven; das *Lantermann*'sche Netz dagegen hat dunkle, durch Osmium gefärbte Balken und sind dieselben daher als markhaltig zu bezeichnen (Figg. 331, 332). Meines Erachtens zufolge entsteht dieses Netz, wie auch *Pertik* (S. 224) dies andeutet, durch eine Scheidung des Markes in einen dichteren und minder dichten wasserreicheren Bestandtheil, die jedoch mit den Eiweiss- und den Fett enthaltenden Bestandtheilen des Markes nicht übereinstimmen, da beide in Osmium sich färben. Immerhin wäre es möglich, dass die Balken dieser Osmiumnetze neben Myelinbestandtheilen auch das Eiweiss der Nervenfasern und das sogenannte Neurokeratin von *Ewald* und *Kühne* enthielten, da die Aehnlichkeit derselben mit den Netzen entmarkter Nerven unverkennbar ist.

Fig. 331.

Fig. 331. Nervenfasern aus dem Rückenmark des Ochsen mit Ueberosmiumsäure von $^1/_2$ % behandelt. Starke Vergr. 1. Marksubstanz mit netzförmiger Zeichnung und einer Bruchstelle der Faser. 2. Mark, faserig-blätterig.

Eine weitere Verfolgung dieser *Lantermann*'schen- oder Marknetze, wie ich sie nennen will, ergiebt, dass dieselben sehr verschieden grosse Maschen zeigen. Einerseits kommen dieselben noch grösser vor, als *Lantermann* und *Joseph* sie zeichnen, auf der andern Seite aber auch viel feiner, so dass die Maschen schliesslich im Flächenbilde nur wie kleine Punkte oder Körner erscheinen. Solche Nerven zeigen sich dann, wenn sie fein sind, in der Profilansicht wie von einer einfachen Reihe von Körnern begrenzt; sind dieselben dagegen gröber, so erscheint der Markmantel wie aus zwei Systemen schief gekreuzter Linien bestehend, wie *G. Cattani* solche abgebildet und beschrieben hat (1886 Taf. VII Fig. 6 u. 7), Linien, welche diese Beobachterin für feine Fäden erklärt und für einen Stützapparat des Markes hält. Wenn man jedoch weiss, dass alle diese scheinbaren Fäden in Osmium dunkel sich färben, so ergiebt sich die Unrichtigkeit dieser Auffassung von selbst und zeichnet auch *G. Cattani* die betreffenden Gebilde alle dunkel. Vor *G. Cattani* scheinen übrigens schon *Golgi* und *Rezzonico* an den Nervenfasern des Rücken-

Fig. 332.

markes die schiefen Streifungen gesehen zu haben (s. *Golgi* l. c. pg. 23 und *Rezzonico* l. c.), doch deuten sie dieselben wie oben schon angegeben wurde, in anderer Weise.

Zum Studium der gröberen *Lantermann*'schen Mark-Netze sind peripherische gröbere Nervenfasern, wenn sie nicht zu stark gefärbt sind, am geeignetsten, die feineren und feinsten Netze dagegen und die *Cattani*'schen schiefen Streifen sieht man am schönsten an den dicken Nervenfasern des Markes grösserer Säuger und an denen der Nervenwurzeln, womit jedoch nicht gesagt sein soll, dass dieselben nicht auch an anderen Nerven zu sehen sind. An den genannten mit dünnem Osmium ($^1/_{200}$—$^1/_{1000}$) behandelten Fasern gelingt es auch leicht, eine andere Beobachtung zu machen, die über die Gesammtverhältnisse des Nervenmarkes Licht verbreitet, die nämlich, dass der Markmantel in diesem Reagens einen *blätterigen* Bau darbietet und dass *die schiefen Streifen nichts als der Ausdruck von schief gestellten, trichterförmig in einander steckenden Blättern* sind, *aus denen das gesammte Mark besteht* (Fig. 332). Jedes Blatt zeigt dann ausserdem noch einen gröberen oder feineren

Fig. 332. Nervenfasern des Frosches (*Ischiadicus*) mit Ueberosmiumsäure von $^1/_2$ % mit blätterig abgehobener Markscheide. In 2 sind die Marktrichter sehr deutlich. Syst. VII, Oc. 3. kurzer Tub. eines *Leitz*.

Netzbau und dem entsprechend entweder gröbere hellere Interstitien, wie Vacuolen, oder ein verschieden feines körniges Gefüge oder eine Netzstruktur. Von diesen Verhältnissen überzeugt man sich am leichtesten an den Stellen, an denen das Mark gequollen ist, wie an Faserenden oder an Unterbrechungen desselben im Verlaufe einer Faser. *Pertik* zeichnet ebenfalls solche blätterig gewordenen Markscheiden, (l. c. Fig. 6) deutet dieselben jedoch, wie mir scheint nicht entsprechend, als aus Fibrillen bestehend.

Besondere Beachtung verdient ferner, dass auch die Fasern, die die Markspalten durchziehen *(Golgi)* nichts als Theile solcher Blätter sind, deren Verlauf in Folge der Zerklüftung des Markes ein steilerer ist, als in den zwischenliegenden Theilen. Die queren in den *Lantermann*'schen Spalten von *Golgi* gefundenen Linien sind somit meiner Deutung zufolge nichts als Theile auseinandergetretener Markblätter. Die wirklichen Ränder dieser Blätter bewirken dagegen eine auch von *Golgi* gesehene oberflächliche Querstreifung der Blätter von Osmiumfasern.

Aus dem bisher Geschilderten geht hinreichend deutlich hervor, dass ich die von *Golgi, G. Cattani* u. A. beschriebenen Streifungen und scheinbaren Faserbildungen von Osmiumfasern vollkommen anerkenne (Fig. 330). Auf der andern Seite bin ich nicht im Stande, diese Bildungen als besondere Stützapparate aufzufassen, noch auch in denselben Anordnungen zu sehen, die der unveränderten Nervenfaser zukommen. Die erste Annahme betreffend, so mache ich auf eine bisher nicht gewürdigte Thatsache aufmerksam, die von grosser Wichtigkeit erscheint, die nämlich, dass wie oben schon angedeutet wurde, alle genannten Fasersysteme in Osmium sich schwarz färben und somit Nervenmark enthalten. Alle Abbildungen von *Golgi, G. Cattani, Rezzonico* zeigen die Trichter (imbuti) und anderen Fasersysteme an Osmiumfasern schwarz und bestehen dieselben mithin aus Nervenmark und so habe auch ich dieselben ohne Ausnahme gefunden. Im Widerspruch hiermit behauptet allerdings *G. Cattani*, dass die Fasersysteme auch an Fasern gesehen werden, an denen das Mark ausgezogen war. Dieselbe will nämlich gefunden haben, dass Terpentin auch an Nervenfasern, die mit Osmium oder mit Osmium und chromsaurem Kali behandelt waren, das Myelin löse. Hiergegen habe ich zu bemerken einmal, dass diese Angabe nicht richtig ist und zweitens dass *G. Cattani* selbst an so behandelten Fasern den *apparato di sostegno* ebenso dunkel abbildet, wie an Fasern, die der Einwirkung von Osmium allein unterlagen, wie eine Vergleichung ihrer Fig. 4 u. 11 mit den Fig. 1—3, 5—9 lehrt.

Dem Gesagten zufolge ist nicht zu bezweifeln, dass die *Golgi*'schen Fasersysteme theilweise aus Nervenmark bestehen und nicht einfach Stützapparate sind, dagegen wäre es allerdings denkbar, dass dieselben ausser dem Nervenmark noch einen zweiten Bestandtheil enthielten, dem vielleicht die Bedeutung einer Stützsubstanz zugeschrieben werden könnte. Um diese Frage zu erledigen, ist es nöthig, die Veränderungen ins Auge zu fassen, die Nervenfasern zeigen, denen das Mark entzogen wurde, was nun im Folgenden geschehen soll.

An solchen Nervenfasern treten eigenthümliche Bildungen auf, die wir 1877 zuerst durch *Ewald* und *Kühne* kennen gelernt haben. Nach diesen Autoren beobachtet man in Nervenfasern, deren Mark durch kochenden Alkohol, und Aether ausgezogen wurde, ein knorriges Gerüst von starker Lichtbrechung mit

überall doppelten Conturen, das einerseits an der *Schwann*'schen Scheide, anderseits am Achsencylinder wurzelt. Da Pepsin- und Trypsinverdauung diese Gerüste nicht wesentlich verändern, so betrachten *Ewald* und *Kühne* dieselben als aus Hornstoff (Neurokeratin *E.* u. *K.)* bestehend und nehmen an den Nervenfasern äussere und innere Hornscheiden an, zwischen welchen jedoch mehr oder minder stark verästelte Brücken ausgespannt seien, welche Scheiden als natürliche Bildungen und als Hüllen, Stützen und Unterlagen der weichen Marksubstanz aufgefasst werden.

Das *Ewald-Kühne*'sche Gerüst ist leicht nachzuweisen und wurde, seit *Tizzoni* 1878 dasselbe an mit Chloroform gekochten Nerven bestätigt hat, wohl von vielen gesehen, aber ausser von *Tizzoni, Pertik, mir* (Fig. 333) und *Gedoelst* von Niemand abgebildet. In Betreff der genaueren Beschaffenheit desselben und seiner Deutung herrschen dagegen noch widersprechende Ansichten.

Gehe ich zuerst auf die Beschaffenheit des Netzes ein, so kann ich mit *Pertik* nicht übereinstimmen, der dasselbe als eine der *Schwann*'schen Scheide anliegende hautartige Ausbreitung oder als einen Hohlcylinder beschreibt, und habe ich in allen Fällen, in denen das Netz gut ausgeprägt war, dasselbe wesentlich so gesehen, wie *Ewald* und *Kühne* und *Tizzoni* es schildern. Im Einzelnen ist nun aber in Betreff der Art und Weise, wie Nervenfasern, denen das Mark ausgezogen wurde, sich verhalten, zu bemerken, dass dieselben eine grosse Mannigfaltigkeit der Erscheinungen darbieten. In der Mehrzahl der Fälle findet man an mit Alkohol absolutus gekochten und nachher mit Aether behandelten Nerven das *Ewald-Kühne*'sche Netz, doch erscheint dasselbe sehr verschiedenartig, indem es bald grobe Maschen und Balken darbietet, wie in der Fig. 333, und in der Abbildung von *Tizzoni* und bei *Pertik* Fig. 9 und 10, bald aus dicht verbundenen feinen Fäserchen besteht und nur enge Lücken zeigt. Solche feine Netze gehen dann schliesslich in noch zartere Bildungen über,

Fig. 333.

Fig. 334.

die einfach feinkörnig erscheinen (Fig. 334) und doch, wie Uebergangsstellen lehren, aus feinsten Maschen bestehen. Alle Fasern mit solchen Netzen zeigen

Fig. 333. Nervenfaser des Frosches mit Alkohol gekocht. Im Innern der verbogene Achsencylinder. Zwischen demselben und der *Schwann*'schen Scheide das sogenannte Neurokeratinnetz, ein Kunstprodukt. Starke Vergr.

Fig. 334. Nervenfaser des Frosches mit Chromosmium-Essigsäure und Alkohol behandelt. Starke Vergr.

Ranvier'sche Einschnürungen als Unterbrechungen der Netze, ferner die *Schwann*'sche und *Henle*'sche Scheide und bei Färbung mit Karmin auch deren Kerne, lassen dagegen keine Spur der *Lantermann*'schen Glieder, etwa als Unterbrechungen der Netze, noch auch der *Golgi*'schen Fasersysteme erkennen, sind vielmehr in der ganzen Länge ihrer Segmente von geraden Umrissen begrenzt und zusammenhängend. An Querschnitten gröberer Fasern sind die Netze auch zu erkennen und ergeben sich als den gesammten Raum zwischen der *Schwann*'schen Scheide und dem Achsencylinder erfüllend und häufig so angeordnet, wie wenn sie mehrfache konzentrische Röhren bildeten.

Ergiebt sich an so behandelten Nerven nichts, was an die *Lantermann*'schen Glieder und an die *Golgi*'schen Fasersysteme erinnerte, so treten bei anderen Methoden bemerkenswerthe Andeutungen beider auf. An mit Chromessigsäure und nachher mit absolutem Alkohol behandelten Nerven erscheint das *Ewald-Kühne*'sche Netz in manchen Fällen gegliedert und wie aus bikonischen oder einfach kegelförmigen Abtheilungen bestehend, die einerseits der *Schwann*'schen

Fig. 335.

Scheide und anderseits dem Achsencylinder ansitzen und durch leere oberflächliche Felder von einander getrennt sind (Fig. 335). Die einzelnen Glieder des Netzes, die alle untereinander zusammenhängen, erscheinen oft wie querstreifig, ergeben sich jedoch ohne Ausnahme als aus netzförmig zusammenhängenden Fasern bestehend. Dagegen erinnern einzelne Fasern, die hie und da die hellen leeren Räume durchsetzen, eher an *Golgi*'sche Querfasern, ohne jedoch solchen ganz zu entsprechen. In Karmin färbt sich dieses Netz blassroth, was übrigens auch von dem *Ewald-Kühne*'schen Netze gilt.

Sehr ähnliche Bildungen ergab auch Platinchlorid und absoluter Alkohol, nur waren in diesem Falle die Netze im Allgemeinen sehr zart und blass und zum Theil wie in eine gleichartige Masse zusammengeflossen, wogegen die Begrenzungslinien der Unterabtheilungen derselben stärker vortraten und wie Balken erschienen, die in verschiedenen, meist schiefen Richtungen von der *Schwann*'schen Scheide zum Achsencylinder verliefen.

Die schönsten Andeutungen der *Lantermann*'schen Trennungslinien gewann ich an Nerven, die behufs der Darstellung der Achsencylinder mit verdünnter Chromsäure und Alkohol erhärtet und mit Karmin gefärbt waren, doch treten

Fig. 335. Nervenfaser des Frosches mit Chrom-Essigsäure und Alkohol behandelt, mit Achsencylinder, *Schwann*'scher Scheide und Marknetz. Starke Vergrösserung.

die gleich zu beschreibenden Bilder nur in einzelnen Präparaten hervor, weshalb sie wohl auch bis anhin keine grössere Beachtung fanden. Das Eigenthümliche dieser Nervenfasern liegt darin, dass an ihnen scheinbar der in den *Lantermann*'schen Spalten befindliche Theil des Markes intensiv roth gefärbt ist. Dieselben zeigen nämlich, wie die Fig. 336 darstellt, von Stelle zu Stelle rothe Trichter, die genau so angeordnet und gestellt sind, wie die *Lantermann*'schen Spalten, und am deutlichsten im scheinbaren Längsschnitte als schief gestellte Paare rother, schmaler Streifen sich zeigen, aber auch im Flächenbilde oft als blasse konische Felder mit deutlichen Begrenzungsrändern und an Querschnitten als Ringe sich erkennen lassen. In manchen Fällen waren auch die rothen Trichter an der Spitze oder an der Basis wie eingedrückt und dann zeigten sich die rothen, ihre Profilansicht darstellenden Streifen wirklich gebogen ähnlich wie in Fig. 337, 2. Die ausser diesen Trichtern noch vorhandene Marksubstanz war auch roth gefärbt und erschien bald feinkörnig, bald schief gestreift, auch wohl mit Andeutungen von Netzen.

Fig. 336.

Nervenfasern wie die eben beschriebenen sind vielleicht bereits von *Pertik*, *Kuhnt* und *Koch* gesehen worden. *Kuhnt* beschreibt (Med. Cntralbl. 1876 Nr. 49 und Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIII) Zwischenmarkscheiden (auch Becher oder Hohlcylinder), d. h. zwischen den einzelnen *Lantermann*'schen Segmenten von der *Schwann*'schen Scheide bis zum Achsencylinder ausgespannte Membranen, doch scheint er keine diese Bildungen deutlich zeigende Präparate gesehen zu haben. Anders *Koch* (Tagebl. der 51. Naturforschervers. 1878 S. 262 und Ueber Marksegmente der doppeltconturirten Nervenfasern und deren Kittsubstanz Diss. Erlangen), der sowohl an mit Chloroform und Dahlia gefärbten, als auch an mit Chloroform und Silber behandelten Nerven die von ihm Kittsubstanztrichter genannten Bildungen deutlich darstellte (l. c. Fig. 2—6 und 7—10).

Ebenfalls genau beschreibt *Pertik* (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIX 1881) an mit Chloroform gekochten und mit Karmin gefärbten Nerven diese Verhältnisse, indem er sagt: „Zwischen *Schwann*'scher Scheide und Achsencylinder sind zierliche trichterartige Gebilde ausgespannt und ist der Nervenschlauch im Uebrigen leer oder von feinsten Körnchen gleichmässig erfüllt. Die Trichter, deren breitere Oeffnungen an vielen Stellen scheinbar zackig sind, färben sich mit Karmin

Fig. 336. Nervenfaser des Frosches mit Chromsäure von 0,2 und Karmin behandelt. *Lantermann*'sche Einschnürungen als rothe Blätter oder Trichter sichtbar. Ein Kern der *Schwann*'schen Scheide sichtbar. Starke Vergr.

schwachrosenroth, und bestehen aus einer äusserst zarten, sehr fein gekörnten Lamelle" —. Aehnliches habe auch ich an Chloroformpräparaten gesehen, jedoch nicht so schön wie an den oben beschriebenen Fasern.

In neuester Zeit beschreibt auch *Schiefferdecker* die Trichter, die er Zwischentrichter nennt, und behauptet, dass dieselben in Silber und Osmium sich dunkel färben (Gewebelehre I S. 188, Fig. 115—117). Fig. 118 zeigt dieselben im Querschnitte von Nervenfasern, wo schon *Ranvier* sie wahrgenommen hat (Leçons I pl. II Fig 7).

Fig. 337.

Alles bisher Angegebene bezog sich nur auf periphere Nervenfasern des Menschen, von Säugern und des Frosches, nun ist aber auch noch der centralen Fasern zu gedenken, die wieder Eigenes ergeben. Digerirt man kleine Stücke des Rückenmarks des Ochsen in absolutem Alkohol während 3—4 Tagen bei 30° R. und behandelt dann feine Schnitte mit karminsaurem Natron, so gewinnt man wunderbar schöne Bilder des Gliagerüstes und erhält die Nervenfasern der weissen Substanz in situ gut erhalten und bei sorgfältigem Zerzupfen auch streckenweise isolirt. An solchen Fasern stellt der seines Myelins beraubte Markmantel eine unterbrochene Lage dar und erkennt man an der Grösse der Theilstücke leicht, dass die Unterbrechungen den *Lantermann*'schen Spalten entsprechen. In der That haben auch viele der Markreste eine konische oder Trichterform, während andere einfach röhrenförmig oder selbst ringförmig erscheinen. Dieselben sind ferner blassrosa gefärbt und sehen im Profil wie körnige Häutchen aus, ergeben sich jedoch im Flächenbilde als aus feinen Netzen bestehend. Somit bringt Alkohol auch an centralen Fasern ähnliche Bildungen hervor, wie *Ewald* und *Kühne* sie an den peripheren Fasern fanden (und auch an den Fasern des Markes andeutungsweise gesehen zu haben scheinen), mit dem Unterschiede jedoch, dass ununterbrochene Netze, soviel ich bisher sah, ausnahmslos

Fig. 337. Nervenfasern aus dem Rückenmark des Ochsen mit *Müller*'scher Flüssigkeit, Alkohol und karminsaurem Ammoniak behandelt. Starke Vergr. 1. Eine starke Faser mit mässig deutlichen *Lantermann*'schen Zwischentrichtern. 2. Eine feine Faser mit sehr scharfgezeichneten Trichtern. 3. Eine grobe Faser mit undeutlichen Trichtern. Achsencylinder bei allen Fasern deutlich. Eine äussere Begrenzungslinie der Fasern nur bei 2 zu erkennen.

fehlen. Möglich, dass eine kürzere Einwirkung von absolutem Alkohol solche zum Vorschein bringt, was ich für einmal nicht entscheiden kann.

Weiter habe ich das Mark der genannten Säuger mit Aether, mit *Müller*'scher Flüssigkeit, mit solcher und mit Höllenstein, dann mit *Kali causticum* und mit *Ac. aceticum* behandelt. Von diesen Reagentien macht Aether das Mark blass und scheinbar grobkörnig, doch sind in Wirklichkeit zusammenhängende aber undeutliche Netze da, während jede Spur *Lantermann*'scher Glieder fehlt.

Wochenlang in *Müller*'sche Flüsssigkeit aufgehobenes und durch karminsaures Natron gefärbtes Mark zeigt Nervenfasern, deren Mark obschon stark verändert, doch im Zusammenhang erhalten ist. Die Veränderungen beruhen einmal auf einer starken Quellung des gesammten Markcylinders und dann auf dem Auftreten von blätterigen Gebilden in demselben (Fig. 337). Diese Blätter erscheinen oft wie trichterförmig und stehen dann bei dünnen Fasern mehr isolirt oder wie dicht in einander geschachtelt, stellenweise so dicht, dass sich nicht mehr unterscheiden lässt, ob Lamellen vorhanden sind, die zu 3, 4 oder 5 an einer Stelle einander parallel verlaufen oder langgezogene Trichter bilden. Alle diese Blätter stellen sich im Profil wie dunkle ungefärbte Linien dar und bestehen wie aus kleinen Körnern. Im Flächenbilde sind die Lamellen sehr blass, doch glaubt man manchmal Andeutungen einer zarten Querstreifung zu erkennen, dagegen ist von Netzen nichts zu sehen. Die zwischen den Blättern liegende Marksubstanz ist ebenfalls ungefärbt mit einem schwachgelben Tone und strukturlos. Behandelt man Präparate aus *Müller*'scher Flüssigkeit nachträglich mit Höllenstein, so färben sich die Blätter und Lamellen durch körnige Silberniederschläge schwarz (Fig. 338), doch ist es mir nie gelungen, so regelmässige Trichter zu erhalten, wie sie *Rezzonico* zeichnet.

Mit *Kali causticum* von 35 % mehrere Tage bei 30° R. digerirtes Mark zeigt scheinbar nichts als grosse Myelintropfen in zusammenhängenden, grossen, weissen Massen, die äusserlich blätterigen Bau besitzen und innen homogen sind. Achsencylinder, Kerne und Glia sind verschwunden. Solche Stücke lange Zeit mit absolutem Alkohol behandelt, werden durchscheinend und fester und lassen eine netzförmige körnige Substanz erkennen, die wohl unzweifelhaft als von einem Theile des Nervenmarkes herrührend, angesehen werden darf.

a b

Fig. 338.

Ziehen wir nun das Facit aus allen den geschilderten Beobachtungen, so kommen wir zu dem allgemeinen Ergebnisse, dass alle Formgebilde, die durch verschiedene Behandlungsweisen aus dem Nervenmark sich gewinnen lassen, Kunstprodukte sind und keinen natürlichen Bildungen entsprechen. Frisches

Fig. 338. Nervenfasern der Fig. 337 nachträglich mit Höllenstein behandelt. *a* feine, *b* starke Fasern mit z. Th. gut gefärbten Trichtern. Starke Vergr.

Nervenmark ist eine ganz gleichartige, zähflüssige Masse, die durch keine inneren Einrichtungen, Fasernetze, Blätter, Stützapparate u. a. m., am Ausfliessen gehindert wird und erst in zweiter Linie solche Bildungen zeigt. Am allerhäufigsten ist ein blätteriger Bau, ein Zerfallen in Lamellen, welches schon am ausgeflossenen Marke in Wasser eintritt und durch ein verschiedenes Aufquellen der einzelnen Theile desselben erklärt werden kann. Solche Blätter und scheinbaren Fasern zeigt auch das Nervenmark in situ, wenn dasselbe gewisse Veränderungen erlitten hat und namentlich *Lantermann*'sche Spalten zeigt, wie schon *Golgi* nachgewiesen hat, Bildungen, die ich nicht als Stützapparate ansehen kann, da sie, wie ich oben schon betonte, in Osmium sich färben. Nun treten allerdings den *Golgi*'schen Stützapparaten ähnliche Bildungen auch bei verschiedenen andern Behandlungsweisen, wie an mit Chromsäure, mit *Müller*'scher Flüssigkeit und mit absolutem Alkohol behandelten centralen Fasern, zum Theil mit grosser Regelmässigkeit und Beständigkeit auf (Fig. 336, 337) und sprechen solche Präparate dem ersten Anscheine nach sehr zu Gunsten der Ansicht, dass im Nervenmark trotz seines gleichartigen Aussehens doch ein Strukturverhältniss sich vorfinde, wie es *Golgi* und seine Schüler annehmen, eine Vermuthung, die in der Thatsache, dass die *Lantermann*'sche Gliederung so sicher und schnell an offenbar nur wenig veränderten Nervenfasern eintritt, eine kräftige Unterstützung zu finden scheint. Auch ich vermag mich dem Gewicht dieser Thatsache nur schwer zu entziehen, allein ich bin doch schliesslich zur Ueberzeugung gekommen, dass alle Trichter- und Faserbildungen keine natürlichen Zustände darstellen.

Die schlagendste Thatsache nach dieser Seite ist die Art und Weise, wie Alkohol und Aether auf die Nervenfaser einwirken. Wenn die *Lantermann*'schen Glieder und ebenso die *Golgi*'schen Trichter- und Fasersysteme natürliche Bildungen wären, so müssten dieselben nach dem Ausziehen der fettigen Bestandtheile des Markes auch an den peripherischen Nervenfasern zum Vorschein kommen, was bekanntlich nie geschieht. Solche Elemente zeigen immer und ohne Ausnahme nach Alkohol und Aetherbehandlung nur das *Ewald-Kühne*'sche Netz, das keine Unterbrechung in seinem Verlaufe und keine Sur von blätterigen Gebilden und Trichterformationen zeigt, obschon solche an Osmiumpräparaten vor allem so leicht zur Anschauung kommen.

Auch das *Ewald-Kühne*'sche Netz vermag ich übrigens nicht anders, denn als ein Kunstprodukt aufzufassen und ist dasselbe sicherlich nicht im Nervenmark vorgebildet. Behandelt man kleine Nerven mit konzentrirter Essigsäure, so quellen dieselben stark und werden an deren Enden die Markscheiden mit den Achsencylindern in grösserer Länge herausgepresst. Da kann man dann leicht sehen, wie das Mark körnig wird und nach und nach vom Achsencylinder abfällt, ohne dass irgend eine Spur von Netzen zum Vorschein kommt. Wären dieselben vorgebildet, so müssten sie in diesem Falle sichtbar werden, da ja Essigsäure die Elemente der Netze kaum angreift. Ferner ist von Wichtigkeit, dass wie *Hesse* und *Pertik* zuerst gezeigt haben, und wie leicht zu bestätigen ist, aus frischen Nervenfasern ausgeflossenes Nervenmark bei Behandlung mit absolutem Alkohol dieselben Netze zeigt, wie die in ihrer Lage befindliche Markscheide, die in diesem Falle selbstverständlich nicht als Röhren erscheinen und nicht als vorgebildet angesehen werden können. — Hier ist nun auch der Ort, die chemische Natur der *Ewald-Kühne*'schen Netze zu besprechen.

Bekanntlich halten diese Autoren die Substanz derselben für Keratin, weil dieselbe in Trypsin unlöslich sei, eine Angabe, der neulich *Joseph* widerspricht, Meine eigenen Erfahrungen sprechen eher im Sinne von *Joseph*. Digerirt man durch Alkohol dargestellte Netze von Froschnervenfasern 24 Stunden lang in Trypsin bei 37° C., so ist das Netz noch zu erkennen, aber undeutlich. An frischen Froschnervenfasern, die man ebenso mit Trypsin behandelt, fliesst das Mark an den Enden und an den Seiten aus, zeigt aber kein Netz, während der Achsencylinder gelöst wird. Kaninchennerven mit Alkohol und dann 24 Stunden lang mit Pancreatin behandelt, zeigen weder Achsencylinder noch Kerne; *Henle*'sche Scheide unverändert; Gerüst in Körner und Stäbchen zerfallen, von denen manche der ersteren dunkelrandig sind, wie das Mark. *Schwann*'sche Scheide nicht mehr mit Sicherheit zu erkennen. Diesem zufolge möchten doch noch weitere Beweise abzuwarten sein, bevor das betreffende Gerüst mit dem Namen der Hornscheiden bezeichnet werden darf.

§ 119.

Die Achsenfaser oder der Achsencylinder, der *Neuraxôn (Cylinderaxis* von *Purkinje*, das Primitivband oder der Primitivschlauch von *Remak)* ist in den markhaltigen Nervenfasern des Menschen und der höheren Wirbelthiere bei genauer Nachforschung überall und sicher zu erkennen und zwar am allerleichtesten in den Centraltheilen, wo der Mangel der *Schwann*'schen Scheide und die Zartheit der Neuroglia dem Zerreissen der Nervenröhren wenig Hindernisse setzt und kann man dieselbe an den nahezu feinsten Elementen beim einfachen Zerzupfen in Wasser oder in dünnem Kochsalz frei legen und als eine drehrunde oder leicht abgeplattete blasse Faser darstellen. An unveränderten ganzen Nervenröhren lässt sich dagegen die Achsenfaser eben so wenig wie die *Schwann*'sche Scheide erkennen, da sie rings von dem Marke umflossen ist und das Licht ebenso bricht wie dieses. In Betreff des Durchmessers der *Neuraxonen* im Verhältniss zu demjenigen der Nervenfasern hatte man früher nicht ganz richtige Anschauungen und ist es das Verdienst von *Ranvier* zuerst darauf aufmerksam gemacht zu haben (Traité technique pg. 745), dass derselbe ungefähr dem hellen Binnenraume einer doppelt conturirten Nervenfaser entspricht und nach Behandlung mit Osmiumsäure ziemlich unverändert sich erhält. Ebenso treten auch nach dem Betupfen dünner lebender Hautnerven des Frosches mit einem Tropfen *Acidum aceticum glaciale s. concentratum* augenblicklich aus den Schnittenden viele Achsencylinder als blasse, helle, sehr breite Fasern heraus, und kann man auch an solchen Objekten von dem bedeutenden Durchmesser derselben sich vergewissern.

Sehr geeignet um die Grössenverhältnisse der Achsencylinder erkennen zu lassen, ist ferner auch Methylenblau. Dieser Stoff färbt in erster Linie die Achsencylinder in ihrer vollen Breite blassblau. Nach und nach und besonders nach dem Zusatz von pikrinsaurem Ammoniak beobachtet man dann dass die Achsencylinder je länger um so schmäler und dunkler werden und endlich nur noch die Hälfte oder noch weniger ihrer früheren Durchmesser darbieten. *Feist* hat dieses Verhalten nicht ganz richtig aufgefasst und zu seiner Lehre von dem Vorkommen einer peripheren Achsencylindersubstanz

und eines Centralfadens verwerthet. Was er mit dem ersten Namen bezeichnet, ist jedoch nichts anderes, als der nach dem Schrumpfen des Achsencylinders zwischen demselben und dem Mark auftretende helle Raum, dessen flüssiger Inhalt theils vom Neuroplasma des Achsencylinders abstammt, theils wohl auch von aussen eingedrungenes Fluidum ist.

Bezüglich auf den feinsten Bau des Achsencylinders, so kann jetzt wohl als ganz sicher angesehen werden,

Fig. 339.

Fig. 340.

dass derselbe wesentlich aus feinsten Fäserchen, den Achsenfibrillen besteht, wie zuerst *M. Schultze* darlegte und dann besonders *Hans Schultze* (Arch. für Anat. 1878 S. 259 und Arch. für mikroskop. Anat. Bd. XVI, S. 57), *Engelmann* (Utrecht. Labor. Unters. V, S. 200) und *ich* selbst fester begründeten. Am besten erkennt man den feinsten Bau des Achsencylinders nach *v. Kupffer's, Boveri's* und *Jacobi's* Vorgang

Fig. 339. Nervenfasern bei 350 maliger Vergrösserung. 1. Vom Hunde und Kaninchen im natürlichen Zustande, *a* feine, *b* mitteldicke, *c* grobe Faser aus peripherischen Nerven. 2. Vom Frosche mit Serumzusatz, *a* durch Druck herausgepresster Tropfen, *b* Achsencylinder in demselben in die Röhre sich fortsetzend. 3. Vom Rückenmark des Menschen frisch mit Serum, *a b* Markscheide doppelrandig, *c* Achsencylinder. 4. Doppelrandige Faser des *Ventriculus IV.* des Menschen; der Achsencylinder *a* hervorstehend und in der Faser sichtbar. 5. Zwei isolirte Achsencylinder aus dem Mark, der eine mit wellenförmigen Begrenzungen, der andere mit leichten Anschwellungen und etwas anhängendem Marke.

Fig. 340. Nervenfasern, 350 mal vergr. 1. Vom Frosche mit Alkohol und Essigsäure gekocht. *a* Scheide, *b* Achsencylinder, *c* Krystalle (Fett?). 2. Für sich dargestellte Scheide eines mit Natron gekochten Froschnerven. 3. Vom Boden des *Ventriculus IV.* des Menschen nach Behandlung mit Natron, *a* Scheide (?), *b* Mark in Tropfen ausfliessend, der Achsencylinder fehlt (ist durch das Präpariren ausgezogen) und der innere Streifen ist Mark. 4. Von der Wurzel des *Abducens* des Menschen mit Natron, *a* Scheide, *b* Mark. Achsencylinder nicht sichtbar.

an Längs- und Querschnitten von Nerven, die in dünner Osmiumsäure von $^1/_2$ % gehärtet und mit Säurefuchsin *(Kupffer)* oder *(Jacobi)* mit Methylenblau,

Fig. 341.

Fig. 342.

Vesuvin, Bismarckbraun oder saurem *Ehrlich*'schem Hämatoxylin gefärbt waren. Mit Bismarckbraun gefärbte Nerven (Fig. 342) zeigen innerhalb der schmalen, dunklen, zum Theil wie geschichtet erscheinenden Markscheide einen gelbbraunen Inhalt, der aus zahlreichen, in gleichen Abständen stehenden dunklen, braunen Pünktchen, den Querschnitten der Achsenfibrillen, und einer nur sehr schwach gefärbten Zwischensubstanz, besteht. Ich selbst fand ausser an solchen Nerven die Fibrillen am schönsten an mit Silber behandelten Nerven, nach der Einwirkung von Eisessig (Fig. 343). An solchen Nerven treten, während dieselben kurz und breit werden, die Achsencylinder augenblicklich ganz rein von Mark in ungemeiner Länge (bis zu 1—1,4 mm) hervor, quellen aber zugleich stark auf bis zu 11 und 12 μ und werden an den durch Silber nicht gefärbten Stellen sehr blass. An denselben sieht man in der Regel, trotz ihrer Blässe, eine sehr dichte, feine Streifung und an den scheinbaren Querschnitten vieler stark gebogener Fasern eine ungemein dichte und feine Punktirung in der Art, dass die Pünktchen und deren Zwischenräume ungefähr dieselbe Grösse haben oder letztere um ein Unbedeutendes grösser sind.

Fig. 343.

Ausser an solchen Nerven sah ich die Längsstreifung der Achsencylinder beim Frosche und beim Kaninchen auch an mit dünnem Alkohol behandelten Objekten sehr gut, ferner nach

Fig. 341. Einige starke und zwei feine Nervenfasern aus dem menschlichen Rückenmark mit geschrumpften Achsencylindern und blätterigen Bildungen in dem seines Myelins beraubten Markes. In einer Faser der Achsencylinder ausgefallen. Behandlung mit Alkohol und Karmin. Starke Vergr.

Fig. 342. Querschnitt einiger Nervenfasern aus dem *Ischiadicus* des Frosches mit Osmiumsäure von $^1/_2$ % und Bismarckbraun behandelt, *g* Gefäss. Syst. F. Ok. 2, lang. Tubus eines *Zeis*.

Fig. 343. Achsencylinder einer Froschnervenfaser mit Eisessig behandelt. *A* Längsansicht mit feiner Streifung, *s* Hülle (?) des Achsencylinders. *B* Scheinbarer Querschnitt von einer Umbeugungsstelle mit den Achsenfibrillen. St. Vergr.

Einwirkung von konzentrirter Essigsäure richtig bestimmt, endlich auch an frischen Nervenfasern in schwachen Andeutungen.

Die meisten sonst zur Darstellung der Achsencylinder angewendeten Reagentien bringen dieselben mehr weniger zum Schrumpfen, so vor allem Alkohol und Aether und Chromsäure (Fig. 341), so dass dieselben oft nur einen kleinen Raum innerhalb der mehr weniger veränderten Markscheide einnehmen. Nicht selten werden dieselben hierbei auch zackig und erscheinen im Querschnitte wie mit kurzen Spitzen besetzt oder sternförmig (Fig. 344). Ferner stellen sich die Achsenfasern vorzüglich schön dar durch Chromsäure *(Hannover)*, Sublimat *(Purkyňe, Czermak)* und Gallussäure, vorzüglich nach längerem Verweilen der Nerven in diesen Flüssigkeiten. *Czermak* hat im Acusticus des Störes aus sich theilenden Nervenfasern durch Sublimat auch gabelförmig gespaltene Achsenfasern dargestellt, dasselbe sah später *Axel Key* und *Retzius* (Taf. X, Fig. 16, 17, 18) beim Hechte und *ich* selbst an mit Methylenblau behandelten Muskelnerven des Frosches (Fig. 346). Auch Jod, Jod mit Jodwasserstoffsäure *(Lehmann)* wirkt gut, ebenso Chloroform *(Pflüger)*. Salzsäure, Schwefelsäure und rauchende Salpetersäure bringen den Achsencylinder ebenfalls in gewissen Fällen zum Vorschein *(Lehmann)*. Karmin färbt nur die Achsencylinder *(Stilling, Lister, Turner)*, lässt dagegen die Markscheide unberührt, wogegen Chromsäure den ersteren nicht verändert, dagegen das Mark dunkelbraun und ringförmig gestreift macht (*Lister* u. *Turner*). Die *Schwann*sche Scheide färbt sich in Karmin roth *(Mauthner)*. In Chlorgold werden die Achsencylinder und das Mark dunkelviolett bis schwarz *(Cohnheim, ich)*. Höllenstein färbt den Achsencylinder schwärzlich und erzeugt an ihm mehr weniger deutliche, meist körnige dunkle Querstreifen *(Frommann)*. Diese sogenannten *Frommann*'schen Linien rühren von Silberniederschlägen her, die zum Theil im Achsencylinder drin ihren Sitz haben, zum Theil auch in einem Gerinnsel, das zwischen dem Achsencylinder und dem Marke in einem Raume auftritt, den *Schiefferdecker* als periaxialen Spaltraum bezeichnet und, für einmal ohne bestimmte Beweise, als normal und mit einer minimalen Menge von Lymphe oder Ernährungsflüssigkeit erfüllt, betrachtet. Im übrigen sind die *Frommann*'schen Linien in ihrer Anordnung und Menge sehr wechselnd (Fig. 345) und treten an ganzen Nervenfasern zuerst in der Gegend der *Ranvier*'schen Einschnürungen auf.

Fig. 344.

In der Gegend dieser Einschnürungen bildet sich durch Höllenstein nicht selten am Achsencylinder eine scheinbare Verdickung, das „*Renflement biconique*“ von *Ranvier* (Fig. 345 *1*), dessen breiter Theil wie eine quer durch die Einschnürung verlaufende Scheibe sich darstellt und für eine der *Schwann*'schen

Fig. 344. Einige Nervenfasern des *Ischiadicus* des Frosches im Querschnitte mit Alkohol und Karmin behandelt. Starke Vergr. *Ks* Kerne der *Schwann*'schen Scheide. Achsencylinder zackig. An der Stelle des Nervenmarks das *Kühne*'sche Gerüst, dessen Fasern stellenweise sehr regelmässig in Radien um den Achsencylinder angeordnet sind.

Scheide angehörende Bildung gehalten werden könnte. Da jedoch diese Verdickungen auch an durch Eisessig herausgetriebenen Achsencylindern sich vorfinden *(ich)* (Fig. 345, 3) so ist klar, dass diese Deutung nicht richtig ist, und ergiebt sich, dass die genannten Anhängsel von einer Substanz herrühren, die dem Achsencylinder unmittelbar auflagert, und möglicherweise bei den Vorgängen des Stoffwechsels, der, wie *Ranvier* mit Recht betont, in der Gegend der Einschnürungen besonders lebhaft ist, eine Rolle spielt. In neuester Zeit hat *Feist* gefunden, dass auch an mit Methylenblau behandelten Nerven den *Renflements biconiques* ähnliche Anschwellungen auftreten, was *ich* mit *Retzius* (Biol. Unt. I Taf. XIII) bestätigen kann. *Feist* sah übrigens solche Anschwellungen nur an Nervenfasern, deren Achsencylinder durch nachträgliche Behandlung mit Pikrokarmin roth gefärbt worden war, während ich dieselben auch an noch blauen Achsencylindern beobachtete, auf die allerdings pikrinsaures Ammoniak bereits eingewirkt hatte. An solchen Nervenfasern im Hautmuskel des Frosches (Fig. 346) liess sich auch die Beobachtung machen, dass die quere Scheibe der *Renflements biconiques* auch da nicht fehlte, wo eine Faser in 2, 3 oder 4 Aeste sich theilte, in welchem Falle dieselbe dann in 2—4 Strahlen auslief.

Die chemische Beschaffenheit anlangend, so quillt der Achsencylinder in konzentrirter Essigsäure auf, löst sich jedoch schwer und ist selbst nach mehrere Minuten fortgesetztem Kochen wenn auch blass, doch immer noch unverändert. Lange mit Essigsäure gekocht, löst sich derselbe gerade wie auch geronnenes Eiweiss, dagegen bleiben die Hüllen und etwas Nervenmark ungelöst. Alkalien (Kali, Natron, Ammoniak) greifen in der Kälte den Achsencylinder nur langsam an, doch wird derselbe in Natron augenblicklich sehr blass und quillt bis zu 9—11—13 μ auf. Längeres Verweilen in Natron löst denselben auf, und dasselbe geschieht beim Kochen schon nach dem ersten Aufwallen der

Fig. 345.

Fig. 345. Aus dem *Ischiadicus* des Frosches. *1* und *2* isolirte Achsencylinder mit *Frommann*'schen Linien aus mit Höllenstein behandelten Fasern, *1* mit einem *Renflement biconique* bei *r*, *2* mit weit abstehenden Gruppen von Querstreifen und körnigen Bildungen im Innern. *3.* Achsencylinder durch Eisessig aus einer mit Höllenstein behandelten Nervenfaser ausgetrieben, an dem einen Ende stark aufgequollen und an der Grenze des dünnen und dicken Theiles mit einer Querscheibe *s* versehen, *4.* mit Pankreatin und Pikrokarmin behandelte Nervenfaser; Scheide und Achsencylinder erhalten, Mark ganz zerstört. An der Einschnürung eine quere Linie, *h* Kern der *Henle*'schen Scheide. Starke Vergr.

Flüssigkeit. In rauchender Salpetersäure geht er nach Kurzem, in weniger als einer halben Minute, zu Grunde, gerade wie dies auch mit geronnenem Eiweisse der Fall ist. Mit Salpetersäure und Kali behandelt, wird der Achsencylinder gelb (Xanthoproteïnsäure) und ist spiralig zusammengezogen in den ebenfalls

Fig. 346.

jedoch minder verkürzten Nervenröhren zu sehen. Dagegen wird er durch Zucker und konzentrirte Schwefelsäure, welche geronnenes Eiweiss roth färben, nicht verändert oder nimmt höchstens einen gelblichen oder schwach röthlichen Schein an. In Wasser verändert sich der Achsencylinder nicht, auch nicht beim Kochen,

Fig. 346. Einige Nervenstämmchen aus dem Brusthautmuskel eines mit Methylenblau injizirten Frosches mit dunklen Färbungen der Achsencylinder, z. Th. auch des Markes, dunklen Querscheiben und *Renflements biconiques* an einfachen *Ranvier*'schen Einschnürungen und an Zwei-, Drei-, Vier- und Fünftheilungen der Fasern. Nervensegmente sehr kurz. Starke Vergr.

in welchem Falle er leicht sich einzeln darstellt und etwas geschrumpft erscheint; durch Aether und Alkohol wird er selbst beim Kochen nicht gelöst, schrumpft jedoch mehr weniger zusammen. Das Letztere geschieht auch durch Sublimat, Chromsäure, Jod und kohlensaures Kali. Nehmen wir alle diese Reaktionen zusammen, so möchte sich wohl mit Bestimmtheit ergeben, dass der Achsencylinder eine geronnene Proteïnverbindung ist, die jedoch vom Faserstoffe sich unterscheidet, indem sie in kohlensaurem Kali und Salpeterwasser sich nicht löst und in Essigsäure und kaustischen Alkalien viel mehr Widerstand leistet. Mit dem Stoffe, welcher die Muskelfibrillen bildet, stimmt dieselbe dagegen durch ihre Elasticität und Unlöslichkeit in kohlensaurem Kali überein, unterscheidet sich jedoch von ihm durch ihre Unlöslichkeit in verdünnter Salzsäure und ihre Schwerlöslichkeit in Essigsäure *(ich, Lehmann)*.

Der Schluss, der aus diesen Thatsachen sich ziehen lässt, scheint mir einfach der, dass der Achsencylinder als Faser ein wesentlicher Bestandtheil der lebenden Nerven ist, und halte ich den Zustand, in welchem wir die Achsenfasern in menschlichen Nerven und Centralorganen bei Zusatz von Blutserum, Eiweiss, *Humor vitreus* zur Anschauung erhalten, für denjenigen, der die Verhältnisse, wie sie im Leben sich finden, am treuesten wiedergiebt.

Ich kann daher der Meinung derer nicht beistimmen, welche in neuester Zeit den Achsencylinder für ein mehr weniger flüssiges Gebilde erklären. Hierher gehören *Fleischl* und *Boll*, die von einem mit Flüssigkeit gefüllten Achsenraume der Nervenfasern sprechen und zum Theil auch *Kupffer*, dem seine Schüler *Maley* und *Boveri* sich anschlossen, der den Satz aufstellte: „Der Achsenraum enthält die Nervenfibrillen, die locker im Nervenserum flottiren. Ein irgend kompakter Achsencylinder ist ein Artefact“. Hierauf folgte *Leydig* (Zelle und Gewebe 1885) mit der Auffassung, dass bei den Wirbellosen die Nervenfasern aus einer netzförmig feinfaserigen Stützsubstanz, Spongioplasma, und einem strukturlosen Hyaloplasma bestehen, welches letztere die eigentliche leitende Nervensubstanz sei. Bei den Wirbelthieren scheint dieser Forscher den Bau des Achsencylinders und zum Theil des Nervenmarkes in ähnlicher Weise aufzufassen, doch sind die betreffenden Beschreibungen (l. c. § 82) so unbestimmt, dass ich nicht weiss, ob ich dieselbe richtig deute. An *Leydig* schliesst sich, wie bereits in Bd. I, S. 155 erwähnt wurde, *Nansen* an, dessen Röhrchen dem Spongioplasma von *Leydig* entsprechen und deren als flüssig geschilderter Inhalt dem Hyaloplasma.

Eine neue Auffassung des Achsencylinders wurde von mir im Jahre 1884 angebahnt, indem ich den Satz aufstellte, dass derselbe aus Fibrillen und einer Kittsubstanz bestehe (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 43, 1885), welcher Annahme auch *Jacobi* sich anschloss, indem er in Folge sorgfältiger Untersuchungen zu folgendem Ergebnisse gelangte: „Der Achsencylinder ist ein Gebilde von festweicher Konsistenz. Die Fibrillen desselben flottiren nicht in Serum, sondern sind durch eine homogene Zwischensubstanz verbunden, deren Festigkeit ungefähr derjenigen der Fibrillen entsprechen dürfte.“ Diese Zwischensubstanz, die ich später (Gewebelehre 6. Aufl. I) Neuroplasma und *Waldeyer* Axoplasma nannte, schilderte dann *Joseph* an mit Osmium und verschiedenen Farbstoffen behandelten Nervenfasern als ein zartes Netzwerk, welches mit einem ähnlichen gröberen Netzwerke des Markes verbunden sei, in dessen Maschen er

sich die Fibrillen liegend denkt, die jedoch an seinen Präparaten nicht sichtbar waren. Im vollen Gegensatze hierzu meldet endlich *Retzius* (Verh. d. biol. Vereins in Stockholm Bd. I 1889 No. 4), dass dieses Netz ein Kunstprodukt sei und nur aus den zusammengebackenen Fibrillen bestehe.

Ueberblicken wir die verschiedenen geschilderten Aufstellungen, so finden wir folgende Hauptansichten:

1. Die leitenden Nervenfaserelemente sind flüssig, die indifferenten netzförmig angeordnet *(Leydig, Nansen)*.
2. Die leitenden Bestandtheile sind Fibrillen. Die Zwischensubstanz ist:
   a) flüssig, *Kupffer, Boveri,*
   b) festweich und zwar
      1. homogen, *Kölliker, Jacobi, Retzius,*
      2. netzförmig, *Joseph.*

Nach den Messungen von *Jacobi* hat der Achsencylinder in Fasern von 10,6 μ den bedeutenden Durchmesser von 7,5 μ und in solchen von 4,6 μ nur 2,6 μ, während die Markscheide im ersteren Falle 1,5, im zweiten 1,0 μ dick ist. Hiermit stimmen die Zahlenangaben von *Maley* im Wesentlichen überein.

Ich füge nun noch folgende Einzelheiten bei.

Eine noch ungelöste Frage ist, wie die Fibrillen bei den Theilungen der Achsencylinder und bei der oben besprochenen Zunahme des Querschnittes derselben nach der Peripherie zu sich verhalten. Die einfachste Annahme ist offenbar die, dass die Fibrillen hierbei ebenfalls sich theilen, während sie in den Stämmen und Stämmchen einander parallel verlaufen. Andere Möglichkeiten wären die, dass die Fibrillen überall Netze bilden, oder dass im Verlaufe der Achsencylinder neue Fibrillen auftreten, die keine Verbindung mit der Nervenzelle besitzen, welche beide mir wenig wahrscheinlich vorkommen.

Das Verhalten der Achsencylinder an den lezten Endigungen betreffend, so kann man die Frage aufwerfen, ob die Nervenfasern in freie Achsenfibrillen auslaufen, oder ob alle Enden immer noch Bündel von solchen oder feinste Achsencylinder darstellen. Da solche Enden manchmal Varicositäten besitzen (s. meine Fig. 3 in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 43 und viele neue Abbildungen von *Golgi, Ramón, mir, v. Gehuchten* und *Retzius* über Enden von Collateralen und Nervenfasern im Centrum und an den Endigungen in der Peripherie), so kann man dieselben auf geringe Mengen eines Neuroplasma beziehen *(Schiefferdecker)*; immerhin würde ein solches Vorkommen, selbst wenn es beständig wäre, die Annahme, dass viele Nervenfasern in einzelne Achsenfibrillen auslaufen, nicht unmöglich machen.

In hohem Grade zweifelhaft ist das Vorkommen einer Hülle oder festeren Grenzschicht *(Axolemma)* an den Achsencylindern, der Achsencylinderrinde von *Schiefferdecker*, und werden noch weitere Untersuchungen nöthig sein, bevor eine solche wird angenommen werden dürfen. (Siehe übrigens meine Fig. 343 *s*.)

Hier mag nun auch noch die Frage besprochen werden, ob zwischen dem Achsencylinder und dem Nervenmark eine besondere Lage vorhanden sei. Dass *Schiefferdecker* ohne bestimmte Beweise hier einen periaxialen Lymphraum an-

nimmt, wurde oben schon erwähnt. Lange vor demselben hat *Ranvier* die Hypothese ausgesprochen (s. auch oben S. 8), dass in dieser Gegend eine dünne Lage Protoplasma sich finde, die an den Einschnürungen mit einer ähnlichen Lage in Verbindung stehe, die zwischen der *Schwann*'schen Scheide und der äusseren Oberfläche des Markes sich finde und als der *Schwann*'schen Zelle angehörend zu betrachten sei, so dass somit das Nervenmark bei jedem Segment in geschlossenen Räumen enthalten sei, die als Binnenräume der Segmentzelle anzusehen wären. Noch weiter ging dann *Boveri*, der die *Schwann*'sche Membran selbst an den Einschnürungen auf den Achsencylinder übergehen lässt. Diese letzte Angabe ist jedoch sicher nicht begründet, denn abgesehen davon, dass *Jacobi* einen solchen Uebergang nicht zu bestätigen vermochte, betone ich vor allem, dass keines der Reagentien, welche die *Schwann*'sche Scheide so leicht für sich zur Anschauung bringen, von einer Verdoppelung derselben oder von Umschlagsstellen das Geringste erkennen lässt. Auch für die Annahme von *Ranvier* sprechen keine bestimmten Beobachtungen, denn wenn auch in der Nähe der Kerne der *Schwann*'schen Scheide, die ich als innerhalb, d. h. in der Substanz derselben liegend ansehe, sehr oft eine geringe Menge feinkörnigen Materiales sich vorfindet (s. bes. die Abbildungen von *Axel Key* und *Retzius*), so geht dasselbe doch niemals weiter und fehlt ausnahmslos in der Gegend der Einschnürungen.

Das eben bemerkte zeigt auch deutlich, wie wenig die Hypothese von *Ranvier*, dass jede *Schwann*'sche Zelle sammt dem im Bereiche derselben liegenden Nervenmark die Bedeutung einer Zelle habe und einer Fettzelle verglichen werden könne, für sich hat. Abgesehen von allem andern ist die genannte Hypothese schon aus dem Grunde unzutreffend, weil auch die Nervenfasern der Centralorgane, die keine *Schwann*'schen Scheiden besitzen, Nervenmark enthalten.

Diesem zufolge sind die Zellen der *Schwann*'schen Scheide einfach platte, das Nervenmark und den Achsencylinder umhüllende Mesoderm- oder Bindesubstanzzellen und besitzen jedenfalls keine direkte Beziehung zur Bildung des Nervenmarks. (S. unten bei der Entwicklung der Nervenfasern.) Eine andere Frage ist es, ob die Grenzen dieser Zellen, die offenbar zu je Einem Segmente in besonderen Beziehungen stehen, an den fertigen Nervenfasern zu erkennen sind. *Ranvier* hat die queren Linien, die unter gewissen Verhältnissen, namentlich nach Anwendung von Silber und Osmium in der Gegend der Einschnürungen auftreten (Fig. 345, 4), als Grenzen der einzelnen *Schwann*'schen Zellen aufgefasst, mir erscheint jedoch diese Angelegenheit noch nicht hinreichend geklärt zu sein. Einmal erzeugen schon die hier vorkommenden Einbiegungen der *Schwann*'schen Scheide bei gewissen Einstellungen eine Querlinie und dann kommen noch die oben schon erwähnten Auflagerungen auf den Achsencylinder dazu, um die Deutung zu trüben, so dass ich vorläufig diese Frage als eine nicht erledigte betrachte.

Den in Bd. I auf S. 154 und 155 gemachten Angaben zur vergleichenden Histologie der Nervenfasern füge ich noch folgendes bei:

Bei der *Garneele, Palaemon squilla* findet sich nach *Retzius* (Verh. d. biol. Ver. in Stockholm Bd. I 1888 No. 3 und Biol. Unters. N. Folge I 1890, S. 42 u. flgd. Taf. XIII) eine besondere Art markhaltiger, mit *Ranvier*'schen

Einschnürungen versehener Nervenfasern, die einer *Schwann*'schen Scheide entbehren, aber doch stellenweise Kerne zeigen, deren Gesammtanordnung ebenso war, wie bei den höheren Wirbelthieren. Die Myelinscheide, die mit den Kernen an den feinsten Enden der sensiblen und motorischen Fasern fehlt, zeigte oft Andeutungen einer schiefblätterigen Struktur, aber keine deutlichen *Lantermann*'schen Einschnürungen. Silber und Methylenblau bewirken an den Einschnürungen Färbungen des Achsencylinders, die an die *Renflements biconiques* von *Ranvier* erinnern. Auch bei grösseren Mysiden sah *Retzius* an den Riesenfasern des Bauchstranges Andeutungen von myelinhaltigen Fasern mit Einschnürungen, ebenso *Friedländer* an den Riesenfasern einer Annelide *(Mastobranchus)*.

B. Marklose Fasern.

§ 120.

Diese Nervenfasern finden sich in sehr verschiedener Ausprägung und ist es nicht leicht das Wesentliche derselben zu bezeichnen. Ueberblicken wir zuerst ihr Vorkommen, so ergiebt sich, dass dieselben sich finden:

1. Als einziger Bestandtheil der Nerven und zwar:
   a) in den *Fila olfactoria* aller Wirbelthiere,
   b) in allen Nerven der Cyclostomen und von Amphioxus,
   c) in den meisten Nerven der Wirbellosen;
2. als wichtiger und selbst wesentlicher Bestandtheil gewisser Nerven und zwar in vielen Aesten des *Sympathicus*, wie in den *Plexus carotici*, den *Rami intestinales, lienales, hepatici* u. a. m.;
3. in vielen Cerebro-Spinalnerven als untergeordnete Bildungen;
4. an den Enden aller markhaltigen Nerven und zwar:
   a) an den Enden der sensiblen und höheren Sinnesnerven, mit Ausnahme des *Olfactorius*, in der Peripherie,
   b) an den Endigungen der Nerven in den quergestreiften Muskeln,
   c) inwieweit marklose Fasern in den Centralorganen vorkommen als Collateralen markhaltiger Fasern oder als Enden solcher und als nervöse Fortsätze von *Golgi*'s Zellen des II. Typus, ist noch weiter zu untersuchen. Im Allgemeinen wird man wohl sagen dürfen, dass alle Fasern, die nach *Golgi*'s Methode nur bei jungen Thieren sich färben, bei erwachsenen Geschöpfen markhaltig sind und muss es somit als ganz zweifelhaft erscheinen, ob später noch solche Fasern in den Centralorganen vorkommen mit Ausnahme aller Protoplasmafortsätze und vieler Achsencylinderfortsätze an ihrem Ursprunge von den Zellen.

Handelt es sich nun darum, den wesentlichen Bau dieser marklosen Nervenfasern zu ermitteln, so erscheint es am zweckmässigsten, sich in erster Linie an die sub 4 aufgezählten Kategorien zu halten, weil hier solche Elemente unmittelbar aus markhaltigen Fasern hervorgehen und an dieselben sich anreihen. Als besonders geeignete Objekte für eine solche Prüfung erscheinen die elektrischen Nerven von *Torpedo*, die Muskelnerven der Wirbelthiere, die Endigungen gewöhnlicher sensibler Nerven in der Haut. In allen diesen Fällen ergiebt sich 1. dass der Achsencylinder der

markhaltigen Fasern ohne Aenderung seiner Beschaffenheit in die marklosen Elemente sich fortsetzt und 2. dass in vielen Fällen auch die *Schwann*'sche Scheide mit ihren Kernen auf dieselben übergeht. Selbstverständlich besitzen aber diese marklosen Elemente keine *Ranvier*'schen Einschnürungen, wenn auch jeder kernhaltige Abschnitt derselben einem Segment der gewöhnlichen Nervenfasern gleichgestellt werden muss.

Sehr belangreich wäre es nun zu wissen, ob auch der Achsencylinder der marklosen Fasern aus Achsenfibrillen besteht, wie diejenigen der markhaltigen Elemente. Es fehlen jedoch bei den meisten dieser Fasern genauere Untersuchungen und lässt sich vorläufig nur gestützt auf die Untersuchung der Achsencylinder der markhaltigen Elemente annehmen, dass dem so ist.

Fig. 347.

Ganz das nämliche, was die ebengenannten Endigungen von Nervenfasern zeigen, lässt sich auch an gewissen Ursprüngen markhaltiger Nervenfasern nachweisen, wie in den cerebrospinalen Ganglien; hier entwickelt sich aus der Ganglienzelle eine blasse marklose Faser, die in den Achsencylinder der markhaltigen Faser sich fortsetzt, während ihre mit der Scheide der Ganglienzelle zusammenhängende kernhaltige Hülle in die *Schwann*'sche Scheide der Nervenfaser übergeht. (Man vergleiche viele Figuren in dem grossen Werke von *Axel Key* und *Retzius* und *G. Retzius*, Arch. f. Anat. 1880 und im § 121.)

Ebenso wie bei diesen marklosen Nervenfasern mit Scheide eine Zurückführung auf die Elemente der markhaltigen Nervenfasern leicht ist, lässt sich an denselben Orten nicht unschwer nachweisen, dass diese Fasern schliesslich in marklose Elemente ohne Scheide, mit andern Worten in n a c k t e A c h s e n c y l i n d e r sich fortsetzen. Im elektrischen Organe verlieren sich, wie *Ranvier* zuerst nach-

Fig. 347. Endverästelung einer dunkelrandigen Röhre aus dem Hautmuskel der Brust des Frosches mit der Immersionslinse No. 10 von Hartnack und Ok. 1. *a* Scheide der Nervenröhre bei *b* auf die blassen Endfasern übergehend. *b* Fortsetzung des Nervenröhreninhaltes (vorzüglich des Achsencylinders) in die blassen Endfasern. *c* Kerne der blassen Endfasern. *d* Ein Kern der Muskelfaser *f f*, auf welcher die Verästelung der Endfasern aufliegt. *e e e e* Enden der blassen Endfasern. An den übrigen Stellen wurde ein deutliches Ende der Fasern nicht gesehen. *g* Kerne der dunkelrandigen Nervenröhre.

gewiesen hat, die sekundären oder *Henle*'schen Scheiden an bestimmten Stellen (Leçons s. l. syst. nerveux. Tom. II Pl. V Fig. 6). Die weiter verlaufenden blassen Verästelungen haben anfangs noch *Schwann*'sche Scheiden mit spärlichen Kernen, deren Endigungen nicht bestimmt zu erkennen sind, doch ist so viel sicher, dass ein bedeutender Theil der letzten Aestchen noch vor den Terminalverzweigungen, der keine Kerne mehr zeigt, aus nackten Achsencylindern besteht. Ebenso gehen viele Muskelnervenfasern und Hautnerven in kernlose feinste Endästchen aus, denen dieselbe Bedeutung von feinen Achsencylindern zukommt (Fig. 348, 349).

Fig. 348.

Prüfen wir nun, nachdem wir gefunden haben, dass an den bisher besprochenen Orten die marklosen Fasern aus Achsencylindern mit *Schwann*'scher Scheide oder aus Achsencylindern allein bestehen, wie dieselben an den anderen oben noch namhaft gemachten Stellen sich verhalten und wählen wir als verbreitetstes Element die marklosen Fasern des *Sympathicus* oder die *Remak*'schen Fasern.

Die *Remak*'schen Fasern, mit welchem Namen ich eine durch die Untersuchungen der letzten zwei Decennien genau bestimmte Faserart und nicht alle ursprünglich von *Remak* beschriebenen Elemente im *Sympathicus* im Auge habe, verfolgt man am besten in den Ganglien des Grenzstranges des Sympa-

Fig. 348. Ein Theil der Verästelung sensibler Fasern aus dem Hautmuskel der Brust des Frosches, Linse 7 Ok. 1 von Hartnack. *a a* dunkelrandige Fasern mit einer abstehenden zarten Scheide und Kernen *f* innerhalb derselben, *b b b* blasse Fasern, die theils die Fortsetzungen der dunkelrandigen Fasern sind, theils seitlich von denselben abgehen, die alle noch eine Scheide und einen blassen Inhalt (Achsencylinder) besitzen. Bei *c* theilt sich der Achsencylinder einer solchen Faser. *d d d* marklose Endfasern mit Kernen *f*, an denen keine Scheide mehr zu erkennen ist, und mit Theilungen *e*.

thicus und in den Milznerven der Wiederkäuer, welche lezteren vorwiegend und in vielen Aesten ausschliesslich aus solchen Gebilden bestehen. Dieselben ergeben sich als 3—4 μ starke, im Allgemeinen rundliche Fasern (Fig. 350), die einander parallel verlaufend, grössere oder kleinere sekundäre Bündel bilden, die in stärkeren Aesten nochmals zu grösseren Einheiten zusammentreten (Fig. 352, 353). Diese *Remak*'schen Fasern sind keine anatomischen Einheiten, sondern bestehen einfach aus Bündeln feiner Fasern, die ich schon seit Langem als nackte Achsencylinder oder marklose Nervenfasern ohne *Schwann*'sche Scheide deutete. (Gewebelehre 5. Aufl. 1867 S. 247, 330.) Die Zusammensetzung dieser Fasern aus Fibrillen wurde später von vielen

Fig. 349.

Autoren, wie *M. Schultze*, *Waldeyer*, *Ranvier*, *Axel Key* und *Retzius*, *Boveri*, *Schiefferdecker* angenommen, doch sprechen sich nur die letzten beiden Autoren über die Bedeutung der betreffenden Fibrillen aus. *Schiefferdecker* erklärt dieselben als Achsencylinder und die *Remak*'schen Fasern als Bündel solcher mit einer mehr weniger vollständigen *Schwann*'schen Scheide, wogegen *Boveri* in vollem Gegensatze hierzu jede Fibrille als einer ganzen Nervenfaser gleichwerthig erachtet.

Gehen wir nun vorerst näher auf den Bau und die sonstige Beschaffenheit der *Remak*'schen Fasern ein, so ist in erster Linie hervorzuheben, dass dieselben chemisch sehr wesentlich vom Bindegewebe sich unterscheiden, indem sie beim Kochen nicht durchsichtig und gallertig werden und sich nicht auflösen, sondern

Fig. 349. Eine Nervenfaser von *Rana*, in der die Markbildung bereits begonnen hat, und markhaltige und marklose Fasern *b* aneinanderstossen; *s'* Segmente mit Mark, die den Kern der *Schwann*'schen Scheide meist deutlich, doch nicht immer in der Mitte zeigen; *s* Segmente, deren Markscheide kaum länger ist als der Kern der *Schwann*'schen Zellen; *f* feinste blasse Endigungen (nackte Achsencylinder), die von den Einschnürungsstellen der anderen Fasern ausgehen.

gerade wie Muskelfasern und Bindesubstanzzellen trübe und undurchsichtig werden. Ebenso verhalten sie sich auch gegen sehr verdünnte Säuren ganz wie die zwei genannten Gewebstheile und mache ich besonders darauf aufmerksam, dass sehr verdünnte Essigsäure (4—8 gtt. auf 100 Ccm Ac. acet. concentr.) ein vorzügliches Mittel ist, um die Fibrillen der *Remak*'schen Fasern, die ich *Remak*'sche Fibrillen heissen will, für sich darzustellen und deutlich zu machen. In *Kali causticum concentratum* werden anfangs die *Remak*'schen Fibrillen als blasse Fasern von 1 μ Dicke deutlich, zerfallen dann aber bald in kürzere und längere stäbchenartige Bruchstücke und lösen sich schliesslich mit den Kernen auf, zu einer Zeit, wo das fibrilläre Bindegewebe der Umhüllungen der gröberen Bündel noch ganz unverändert ist. In dünnen Osmiumsäurelösungen von $^1/_{200}$—$^1/_{500}$, in dünner Chromosmiumessigsäure und Chrom-

Fig. 350.

Fig. 351.

säure lassen sich beim Zerzupfen die *Remak*'schen Fibrillen ebenfalls mit Leichtigkeit darstellen und ergeben sich in den Milznerven und im Grenzstrange des Sympathicus überall als feine, gleichbreite, in den Stämmen unverästelte Fäserchen von 1 μ mittlerem Durchmesser (Fig. 354). Nirgends war an denselben eine besondere Umhüllung zu erkennen und Behandlung mit Silber brachte auch keine dunklen Querlinien oder Kreuze hervor, und ergaben sich die *Remak*'schen Fibrillen entschieden als nicht segmentirt. Wendet man die *Golgi*'sche Methode auf *Remak*'sche Fasern an, so erhält man im Grenzstrange des *Sympathicus* und in den Halsganglien kleiner Säugethiere (Katze, Kaninchen) mit Leichtigkeit die *Remak*'schen Fibrillen als Bündel unverästelter Fäserchen schwarz gefärbt, dagegen gelingt es in den Milznerven des Ochsen nur schwer, eine solche Färbung zu erzielen. Kalbsmilzen ergaben ein besseres Resultat und

Fig. 350. *Remak*'sche Fasern, wie sie in einem Längsschnitte der Milznerven des Ochsen erscheinen. Mit Chromsäure und Karmin. Starke Vergr.

Fig. 351. Querschnitt eines kleinen Milznervenastes des Kalbes, der neben einer dicken Neurilemmhülle Andeutungen kleinerer Bündel und viele durch Silber schwarz gefärbte *Remak*'sche Fibrillen zeigt (*Golgi*), starke Vergr.

waren hier sowohl in vielen der stärkeren Nervenstämmen als auch und vor allem in den feineren und feinsten Verästelungen die *Remak*'schen Fibrillen zum Theil sehr vollkommen gefärbt (Fig. 351).

Fig. 352.

Noch bestimmter als Zerzupfungspräparate bringen Querschnitte *Remak*'scher Fasern, von welchen bis jetzt nur *Boveri* (Taf. II, Fig. XX) gute Abbildungen gegeben hat, die Achsencylinder derselben zum Vorschein (Fig. 353). An ganz untadeligen Schnitten erscheinen dieselben als feine, dunklere, die ganze Schnittfläche der Fasern gleichmässig einnehmende Pünktchen, neben denen nur sehr kleine Zwischenräume sich vorfinden. Behandelt man dagegen die Milznerven mit sehr dünnen Lösungen von *Müller*-scher Flüssigkeit, von Chromsäure, von karminsaurem Ammoniak, so treten an Querschnitten an der Stelle der *Remak*'schen Fasern kleine Hohlräume auf, um welche herum die Querschnitte der Achsencylinder oft sehr zierlich ringförmig angeordnet sind (Fig. 355). Ich deute diese Bildungen als durch die zwischen die Fibrillen der *Remak*'schen Fasern eingedrungene Zusatzflüssigkeit erzeugt, wodurch ein wellenförmiger Verlauf der Fibrillen und wie Hohlräume zwischen denselben entstehen, wie Längsschnitte mit Leichtigkeit ergeben. Die betreffenden Räume hat seiner Zeit *Huth* (Götting. Nachr. 1885 No. 4) irrthümlich als Lymphräume gedeutet. Dieselben Hohlräume bildet auch *Ranvier* (Traité techn., Fig. 249) ab und erklärt dieselben für Vacuolen im Innern der *Remak*-schen Fibrillen.

Fig. 353.

Sehr eigenthümlich gestalten sich die Bündel dieser „*Remak*'schen Fibrillen", oder die *Remak*'schen Fasern

Fig. 352. Einige Bündel der Milznerven des Ochsen mit Osmium. Ger. Vergr. Die dunkelrandigen Fasern schwarz. Die *Remak*'schen Fasern bilden sekundäre Bündel.

Fig. 353. Querschnitt durch einige sekundäre Bündel der Milznerven des Ochsen mit Osmium und Karmin. starke Vergr., *a* sekundäre Bündel, *b* *Remak*'sche Fasern mehr weniger gesondert mit den Kernen und Fibrillen.

durch das längst bekannte Vorkommen von zahlreichen Kernen von länglicher Gestalt und 0,012—0,020 mm Länge an der Aussenfläche derselben (Fig. 354). Dieselben gehören offenbar Bindesubstanzzellen an, doch geben alle Beobachter übereinstimmend an, dass zu diesen Kernen gehörende Zellen nicht sich darstellen lassen. Höchstens werden Protoplasmakörnchen an den Enden derselben erwähnt und (*Ranvier*) selten ein einseitig ansitzender spitzer Anhang. Ich kann mich diesen Darstellungen nur theilweise anschliessen, denn es ist mir nicht selten gelungen, beim Zerzupfen von Milznerven des Ochsen kurz zugespitzte spindelförmige Zellen mit den charakteristischen Kernen ganz isolirt oder noch theilweise den Fasern ansitzend zu gewinnen. Der Annahme, dass diese Elemente dem umhüllenden Bindegewebe angehören könnten, tritt die Thatsache in den Weg, dass die hier zahlreich vorkommenden zelligen Elemente alle mehr rundliche Kerne besitzen.

Fig 354.

Als Ergänzung füge ich noch bei, dass nach *Ranvier* die *Remak*'schen Fasern Netze mit langgezogenen spaltenförmigen Maschen bilden (Traité techn. Fig. 248). Nach meinen Erfahrungen möchte ich glauben, dass das von diesem Autor angewendete Mittel, um diese Netze nachzuweisen, nämlich das Zerzupfen, wenig beweiskräftig ist. An feinen Längsschnitten der Milznerven des Ochsen sieht man die *Remak*'schen Fasern und Fibrillen alle einander parallel verlaufen und kann daher als Regel bezeichnet werden, dass dieselben sich nicht untereinander verbinden. Dagegen halte auch ich es nicht für unmöglich, dass da und dort Theilungen von *Remak*'schen Fasern vorkommen, für welche Annahme das Vorkommen von undeutlich getrennten, z. Th. wie eingekerbten grösseren *Remak*'schen Fasern auf Querschnitten spricht (siehe auch die von *Axel Key* und *Retzius* abgebildete Theilung einer *Remak*'schen Faser des Hundes Taf. XXII, Fig. 6). Wenn aber auch solche Theilungen und Anastomosen häufiger vorkämen, so würden dieselben nicht mehr bedeuten als Theilungen von Nervenbündeln überhaupt und die Hauptbestandtheile

Fig. 354. *Remak*'sche Fasern aus den mit Osmium und Karmin behandelten Milznerven des Ochsen zerzupft zur Demonstration der *Remak*'schen Fibrillen derselben. Starke Vergr.

derselben, die *Remak*'schen Fibrillen, an denselben sicher keinen Antheil nehmen.

Fassen wir nun das Gesagte zusammen, so wären somit die *Remak*'schen Fasern Bündel von Fibrillen und frägt es sich nun, wie dieselben und die Fibrillen zu deuten sind. *Boveri* hat sich dahin ausgesprochen, dass jede Fibrille einer ganzen Nervenfaser entspreche und aus einer Scheide und einem Achsencylinder bestehe, doch ist es ihm nicht gelungen, den Nachweis des Vorkommens einer *Schwann*'schen Scheide zu liefern. Viel eher wäre er, wie mir scheint, auf Grund seiner Untersuchungen berechtigt, den *Remak*'schen Fibrillen eine dünne Markscheide zuzuschreiben, denn er giebt an, dass dieselben 1. in Osmium einen deutlichen graugelben Ton erlangen, 2. bei Färbungen nach *Weigert*'s Methode einen blauen Ton annehmen, 3. Neurokeratin enthalten und 4. durch Säurefuchsin im Centrum einen rothen Punkt (Achsencylinder) zeigen.

Fig. 355.

Abweichend von *Boveri* habe ich schon seit langem die *Remak*'schen Fibrillen als Achsencylinder bezeichnet, welcher Auffassung in neuester Zeit *Schiefferdecker* mit Bestimmtheit sich angeschlossen hat. Die *Remak*-schen Fasern wären bei dieser Auffassung kleinen Nervenbündeln zu vergleichen und die Zellenkerne, welche dieselben begleiten, einer wenig entwickelten unvollständigen *Henle*-schen Scheide. Gehen wir, um in dieser Angelegenheit noch klarer zu sehen, auf die Beziehungen der *Remak*'schen Fibrillen zu den sympathischen Nervenzellen ein, so ergiebt sich, dass diese Zellen Fortsätze abgeben, von denen Einer sicher als nervöser Fortsatz in eine marklose Nervenfaser übergeht. Diese Beobachtung verdanken wir in erster Linie *Axel Key* und *Retzius*, die in ihrem grossen Werke auf Tafel XVIII und XIX eine Reihe von Ursprüngen *Remak*'scher Fasern von multipolaren Zellen darstellen und ausserdem den Nachweis geliefert haben, dass diese Ausläufer im weiteren Verlaufe z. Th. sich reich verzweigen, z. Th. ungetheilt auf grosse Strecken zu verfolgen sind. Nie sahen diese Autoren an diesen Fasern eine Myelinscheide auftreten, auch wenn sie noch soweit verfolgt wurden, und so darf es wohl als bewiesen erachtet werden, dass die *Remak*'schen Fibrillen von den Nervenzellen des *Sympathicus* entspringen und wesentlich die Bedeutung von Achsencylindern haben. Noch weiterer Prüfung bedarf die Frage nach einer *Schwann*'schen Scheide dieser Fibrillen. Die genannten schwedischen Forscher sahen in vielen Fällen (siehe Taf. XVIII und XIX) die kernführende Scheide der Nervenzellen

Fig. 355. Einige sekundäre Bündel der Milznerven des Ochsen mit Chromsäure und Karmin. Starke Vergr. An der Stelle der *Remak*'schen Fasern Hohlräume von den *Remak*'schen Fibrillen kranzartig umgeben. Kerne der *Remak*'schen Fasern und des interstitiellen Gewebes sichtbar.

auch auf deren Ausläufer sich fortsetzen, doch verlor sich dieselbe im weiteren Verlaufe und wird es so in hohem Grade wahrscheinlich, dass die *Remak*'schen Fibrillen keine *Schwann*'sche Scheide besitzen.

Noch ein Punkt bleibt zu erwägen übrig, nämlich der, ob Alle Ausläufer der sympathischen Zellen zu *Remak*'schen Fasern sich gestalten oder nur gewisse derselben. Zieht man zur Entscheidung die neuesten, an *Golgi*'schen Präparaten gewonnenen Erfahrungen herbei, so ergiebt sich, dass die verästelten Ausläufer dieser Zellen nicht als Nervenfasern im gewöhnlichen Sinne dieses Wortes anzusehen, sondern mit den Protoplasmafortsätzen centraler Zellen in eine Linie zu stellen sind; dagegen sind die unverästelten Fortsätze dieser Zellen, wie *ich* selbst, *Ramón, v. Gehuchten* und *Sala* gefunden haben, unzweifelhaft nervöse Fortsätze und von diesen ist die Annahme wohl begründet, dass jede derselben in eine *Remak*'sche Fibrille übergehe.

Ranvier lässt im *Sympathicus* des Kaninchens alle Ausläufer der Zellen in *Remak*'sche Fasern sich fortsetzen (Traité technique Fig. 345 und 346), es sind jedoch diese Beobachtungen vor der Zeit angestellt, in denen die *Golgi*'sche Methode über das Verhalten der Sympathicuszellen genauere Aufschlüsse gab, und können somit in dieser Frage nicht als entscheidend angesehen werden.

An den letzten Endigungen verhalten sich die *Remak*'schen Fibrillen, wie vor allem die Untersuchungen von *Ramón*, von *Retzius* und *meine eigenen* über die sympathischen Ganglien, die Nerven des Pancreas und der Milz lehren, so wie die nackten Achsencylinder überhaupt, indem sie aufs reichste sich theilen und mit freien Enden auslaufen.

Zum Schlusse sei nun noch die Frage besprochen, ob in den cerebrospinalen Nerven auch *Remak*'sche Fasern sich finden. Nachdem *Remak*, *Hannover* und *Beale* zuerst sich für ein solches Vorkommen ausgesprochen, wurde dasselbe dann besonders durch *Key* und *Retzius* vertheidigt und durch Abbildungen versinnlicht (S. 86, Taf. VI Fig. 7—10 vom Menschen; S. 88, 89, Taf. VIII Fig. 3, 11—13 vom Hunde und Kaninchen; S. 90, Taf. VIII, Fig. 26 vom Buchfinken; S. 92, Taf. IX, Fig. 3—6 vom Frosche; S. 95, Taf. X, Fig. 5 vom Hechte). Diesen Annahmen ist in neuerer Zeit *Boveri* entgegengetreten, der behauptet, dass alle diese scheinbar marklosen Fasern der Cerebrospinalnerven und zum Theil auch die des *Sympathicus* durch Silber jene charakteristischen Querlinien bekommen, die die markhaltigen Fasern auszeichnet (Fig. XII u. XIII vom Grenzstrange des Kaninchens). Er schlägt daher vor, diese Fasern „segmentirte“ zu nennen und von den *Remak*'schen Fibrillen zu trennen, von denen dieselben auch durch das regelmässige Vorkommen von in bestimmten Abständen liegenden Kernen sich unterscheiden, was ebenso, wie die Silberstreifen, auf die Anwesenheit einer Scheide hinweise.

Meine Erfahrungen über diese Frage stimmen mit denen von *Boveri* zum Theil überein. In erster Linie bin ich der Meinung, dass seine sogenannten segmentirten Fasern wirklich feine und feinste markhaltige Elemente sind. An diesen Fäserchen fand ich im Grenzstrange des *Sympathicus* der Katze bei einfacher Versilberung von Osmiumpräparaten an den Grenzen der Segmente theils einfache dunkle Querlinien, theils *Ranvier*'sche Kreuze. Die Querlinien erstreckten sich über die ganze Breite der Fasern, während der longitudinale

Schenkel des Kreuzes nur die Mitte der Fasern einnahm und somit wohl im Achsencylinder seinen Sitz hatte. Alle diese Fasern ergaben sich, wenn die Osmiumsäure gut eingewirkt hatte, auch die feinsten, als dunkle Bildungen. Neben diesen Fasern kommen aber im Grenzstrange des *Sympathicus*, in allen seinen Ganglien und Aesten dieselben Elemente vor, wie in den Milznerven, und diese betrachte ich als die eigentlichen marklosen Elemente des *Sympathicus* oder als *Remak*'sche Fasern. In den Cerebrospinalnerven habe ich solche Elemente noch nicht gesehen und bin ich daher der Meinung, dass die scheinbar marklosen, von *Key* und *Retzius* abgebildeten Elemente dieser Nerven alle als feinste markhaltige Bildungen zu betrachten sind. Dafür spricht auch, dass man bei Versilberung cerebrospinaler Nerven keine Elemente findet, die nicht quere Silberlinien darböten.

Zu den marklosen Nervenfasern gehören bei höheren Geschöpfen auch die Elemente der *Nervi olfactorii*. Nachdem *Todd-Bowman* und *Remak* dieselben zuerst als marklos erkannt, und ich gezeigt hatte, dass dieselben Röhren darstellen, die einen feinkörnigen Inhalt mit zahlreichen Kernen besitzen (Mikr. Anat. II 2 1854, S. 769, Fig. 438) gelang 1862 *M. Schultze* der Nachweis, dass der Inhalt dieser Röhren aus feinsten Fibrillen besteht, wie dies nun durch die *Golgi*'sche Methode mit grösster Leichtigkeit sich nachweisen lässt.

Eine genaue Analyse dieser Olfactoriusfasern ergiebt, dass dieselben beim Kalbe gröbere und feinere, cylindrische sekundäre Bündel von 0,57—0,08 mm und darunter bilden, von denen jedes von einer derberen Bindegewebehülle mit zelligen Elementen umgeben wird. Innerhalb dieser „Geruchsnervenfaserbündel" von *M. Schultze* liegen die von diesem Autor als Primitivfasern bezeichneten Gebilde, welche ich Primitivbündel heisse und jedes dieser Bündel besteht wiederum aus einer Hülle und einem Bündel von Fibrillen, den Primitivfibrillen oder Olfactoriusfäserchen.

a

Fig. 356.

Da wir nun mit Sicherheit wissen (siehe unten), dass jedes dieser Olfactoriusfäserchen der Ausläufer einer einzigen Riechzelle der *Regio olfactoria* ist und auf der andern Seite im *Bulbus olfactorius* in den Riechkolben mit einer freien Verästelung endigt, so ist klar, dass diese Fäserchen ganzen Achsencylindern entsprechen und dass die Primitivfasern von *M. Schultze* oder meine Primitivbündel einem ganzen Bündel markhaltiger Nerven gleichwerthig sind und somit auch mit den *Remak*'schen Fasern eine Vergleichung zulassen.

Fig. 356. Zwei sekundäre Bündel des *Olfactorius* des Ochsen aus der Nasenschleimhaut quer mit Chromsäure und Karmin. Starke Vergr. Jedes Bündel zeigt Andeutungen der Primitivbündel *a*, viele Kerne in den letzteren und die Olfactoriusfäserchen als feine Pünktchen.

Die Primitivbündel (Fig. 356, 357) der Olfactoriusstämmchen und Aeste schwanken bei Säugern zwischen 4 und 22 μ, sind im Allgemeinen in den gröberen Stämmen dicker, in den feineren dünner, doch kommen, namentlich in den ersteren, sehr wechselnde Durchmesser vor. In erhärteten Präparaten sind die Umrisse derselben in Querschnitten polygonal, doch ist kaum zu bezweifeln, dass ihre Gestalt eigentlich eine cylindrische ist. Jedes Bündel besitzt eine zarte, allem Anschein nach strukturlose Hülle, die leicht zur Anschauung kommt, wenn man an frischen Bündeln den Inhalt herauspresst oder durch kaustische Alkalien auflöst (*ich, M. Schultze*). Die Fibrillen erkennt man schon an vorsichtig erhärteten Präparaten, namentlich bei Anwendung von Chromsäure und chromsaurem Kali und ausserordentlich deutlich werden dieselben an nach *Golgi* behandelten Objekten. An solchen finde ich dieselben ohne Ausnahme an der Oberfläche des *Bulbus olfactorius* in reichlichster Menge schwarz gefärbt als fast unmessbar feine variköse Fäserchen, welche jedoch keine Primitivbündel bilden, sondern in der ganzen Breite der gröberen Bündel gleichmässig vertheilt sind. In der Nasenhöhle selbst kommen solche Färbungen auch vor, doch sind hier selten die Fibrillen Eines sekundären Bündels alle gefärbt (Fig. 357) und dann beobachtet man hier auch die Eigenthümlichkeit, dass dieselben oft zu Primitivbündeln vereinigt sind, so dass Nervenstämme vorkommen, die nur aus solchen stärkeren schwarzen Fasern bestehen, deren Zusammensetzung aus feinen Fibrillen jedoch meist an vielen Stellen deutlich zu erkennen ist. In den feinsten gegen das Epithel aufsteigenden Aestchen erscheinen dann an gelungenen Stücken die Primitivfibrillen wieder äusserst deutlich.

Fig. 357.

Die Kerne der Riechnervenfasern gehören theils der Scheide der sekundären Bündel an, theils liegen dieselben im Innern der Scheide der Primitivfasern neben den Primitivfibrillen. Von dieser letzteren Thatsache kann man sich leicht überzeugen, wenn man auf frische Primitivfasern einen allmählich verstärkten Druck ausübt, in welchem Falle der Inhalt sammt Kernen in Form langer Würste herausquillt und sich als eine zähe, jedoch weiche Masse ergiebt, die nicht leicht zerbröckelt, nie Tropfen bildet und aus einer Unzahl kleiner, gleichgrosser Molekeln und einer homogenen Verbindungssubstanz besteht. Die mehr länglichen, nie stabförmigen Kerne sind unregelmässig in den Primitiv-

Fig. 357. Zwei sekundäre Bündel des *Olfactorius* aus der Nasenschleimhaut des Ochsen, quer (*Golgi*, starke Vergr.). *a* Primitivbündel. Die dunklen Punkte und Strichelchen sind durch Silber schwarz gefärbte Olfactoriusfäserchen, die blassen Punkte ungefärbte solche.

bündeln zerstreut, bald in einfacher Reihe hintereinander, bald alternirend gestellt, ja selbst hie und da nebeneinander gelegen.

Was die Deutung dieser Kerne und der Scheide der Primitivbündel anlangt, so ergiebt sich nun, seit nachgewiesen ist, dass je Eine Olfactoriusfibrille und Eine Riechzelle eine anatomische Einheit bilden, dass die Scheiden der Primitivbündel der Riechnerven und ihre Kerne sekundäre Bildungen sind und eine Vergleichung mit den bindegewebigen Scheiden oder dem Neurilemm anderer Nerven zulassen. Im Jahre 1883 habe ich gezeigt, dass die *Nervi olfactorii* nicht wie andere Kopf- und Spinalnerven als kernlose Bündel von feinsten Fäserchen (Achsencylinder) auftreten, vielmehr von Anfang an in ihrer ganzen Länge aus kernhaltigen Bündelchen feinster Achsencylinder oder Fäserchen bestehen (Zur Entw. d. Auges und Geruchsorganes menschlicher Embryonen, Festschrift für Zürich S. 17, Fig. 20). Diese Kerne betrachtete ich nun nicht mehr als wesentlich den Nervenfasern, sondern als Umhüllungsgebilden angehörend. Auch so aufgefasst stehen immerhin die Primitivbündel des *Olfactorius* als Gebilde eigener Art da, denn es kommen sonst nirgends Bündel von marklosen Nervenfasern (nackten Achsencylindern) umgeben von einer strukturlosen Scheide und einer kernhaltigen Zwischensubstanz vor. Dass eine Letztere, wenn auch in sehr geringer Menge, zwischen den Olfactoriusfibrillen vorhanden ist, lehren die Querschnitte wohl unzweifelhaft.

In Betreff der marklosen Nervenfasern der niedersten Wirbelthiere (*Petromyzon, Myxine, Amphioxus*) und der Wirbellosen vergl. man Bd. I S. 155, ferner die Angaben von *Schiefferdecker* (Gewebelehre II S. 184, 202 und Fig. 112, 129, 130) und die Arbeiten von *Retzius*. Von diesen Nervenfasern scheinen viele einen fibrillären Achsencylinder und z. Th. eine *Schwann*'sche Scheide zu besitzen und dürfen somit den Enden der markhaltigen Fasern an die Seite gestellt werden.

C. Nervenzellen.

§ 121.

Alle Nervenzellen ohne Ausnahme besitzen beim Erwachsenen Ausläufer oder Fortsätze von grösserer, oft erstaunlicher Länge und stellen, wie schon im § 116 kurz angedeutet wurde, mit denselben zusammen anatomische (und physiologische) Einheiten dar, die ich Nervenbäumchen, *Neurodendren* oder *Neurodendridien* nenne, um mit dem Worte auch die Haupteigenthümlichkeiten dieser Einheiten zu bezeichnen.

Die Ausläufer der Nervenbäumchen, welche, die ersten Entwicklungsstadien abgerechnet, allen Nervenzellen zukommen, sind sehr bedeutungsvolle Theile derselben, indem diese Ausläufer wohl alle die Bedeutung von Leitungsfasern haben.

Nach den bisherigen Erfahrungen lassen sich diese Fortsätze eintheilen a) in solche, welche in echte Nervenfasern übergehen und entfernte Theile des centralen Nervensystems untereinander verbinden, wie z. B. Theile des Gehirns und des Rückenmarks, oder die Centralorgane des Nervensystems mit peripherischen Organen, wie Muskelfasern, Sinnesorganen, elektrischen Apparaten. Solche Fortsätze wollen wir Nervenfaserfortsätze oder *Neuraxonen* heissen, weil dieselben in die Achsencylinder oder die Axonen echter Nervenfasern sich fortsetzen und dieselbe Beschaffenheit haben, wie diese.

b) Andere Fortsätze, die zum Theil reich verästelt sind, haben zwar die Natur der eben genannten Achsencylinderfortsätze, gehen jedoch, so viel bekannt ist, nicht in echte markhaltige Nervenfasern über und besitzen, was wohl in erster Linie betont zu werden verdient, einen nur beschränkten Verbreitungsbezirk innerhalb der Centralorgane und gehen nie in periphere Nerven über. Diese Fortsätze sollen nervöse Fortsätze, *Neuropodien* heissen. c) Noch andere Fortsätze, die *Dendriten* von *His*, die von *Deiters* unter dem Namen Protoplasmafortsätze beschrieben wurden, stellen mehr weniger reich verästelte Ausläufer von Nervenzellen dar und unterscheiden sich von den sub b genannten, mit denen sie das gemein haben, dass sie auch nie in echte Nervenfasern übergehen, dadurch, dass sie in ihrer Beschaffenheit mit der Substanz der betreffenden Nervenzellen übereinstimmen.

Fig. 358. Fig. 359.

Die genannten Fortsätze nun treten in ganz bestimmte Beziehungen zu den Nervenzellen und lassen sich zwei Hauptarten von Zellen unterscheiden, solche die nur einerlei Fortsätze haben, die ich homoiopodere Zellen heisse und andere, die zweierlei Ausläufer besitzen, heteropodere Zellen.

A. Zellen die nur einerlei Fortsätze haben, Homoiopodere Neurodendren. Hierher gehören:

I. Zellen, die nur Nervenfaserfortsätze haben. In diese Gruppe gehören folgende Elemente:

1. Die Zellen der Spinalganglien der Wirbelthiere und diejenigen der Ganglien gewisser Kopfnerven. Diese Zellen zerfallen im Allgemeinen in bipolare und in unipolare.

Bei den bipolaren Zellen, wie sie von *Bidder-Reichert, R. Wagner* und *Robin* im Jahre 1847 in den Spinalganglien der Fische zuerst aufgefunden wurden (Fig. 358), gehen von einer Zelle meist an zwei entgegengesetzten Stellen blasse Fortsätze ab, die nach kürzerem oder längerem Verlaufe mit Mark sich umhüllen und zu dunkelrandigen Fasern werden, von denen die eine in das Rückenmark eintritt, die andere zur Peripherie verläuft und dort als sensible

Fig. 358. Ganglienkugel vom Hecht (sogenannte bipolare), die an zwei Enden in dunkelrandige Nervenröhren ausläuft, mit arseniger Säure behandelt, 350mal vergr. *a* Hülle der Kugel, *b* Nervenscheide, *c* Nervenmark, *d* Achsenfaser mit dem von der Hülle zurückgezogenen Inhalte *e* der Ganglienkugel zusammenhängend.

Fig. 359. Bipolare Ganglienkugel aus dem *Ganglion spirale* des Schweines, 350mal vergr. Nach *Corti*.

Faser beginnt. Die Hülle der betreffenden Ganglienzellen der Fische entspricht höchst wahrscheinlich der *Schwann*'schen Scheide der Nervenfasern.

Aehnliche bipolare Zellen finden sich auch nach *Corti*'s Entdeckungen im *Ganglion spirale* des Schneckennerven (Fig. 359).

Auch aus dem *Sympathicus*, d. h. der Vorhofsscheidewand des Froschherzens sind bipolare Zellen beschrieben, von denen es jedoch zweifelhaft ist, ob dieselben sensible sind, wie diejenigen der Spinalganglien, da der eine Ausläufer derselben zur Muskulatur sich verfolgen liess (*Smirnow*, Arch. f. m. An. Bd. XXXV Taf. 25 Fig. 20; *N. Zawdowsky*, Ebenda Bd. XXIX Taf. 36 Fig. 2). Ferner sind hier zu erwähnen die von *Schwalbe* (Arch. f. m. Anat. Bd. IV, Taf. 4 Fig. 13) beschriebenen bipolaren Zellen aus dem *Sympathicus* des Kaninchens.

2. In den Spinalganglien der Säuger und des Menschen liessen sich lange Zeit hindurch nur unipolare Nervenzellen nachweisen, d. h. solche, deren Achsencylinderfortsatz nur in eine einzige dunkelrandige Nervenfaser übergeht, bis es den vereinten Bemühungen einer Reihe von Forschern (*Schramm*, *Ranvier*, *Axel Key*, *Retzius* u. A.) gelang, nachzuweisen, dass der einfache Fortsatz in grösserer oder geringerer Entfernung von der Zelle in zwei sich theilt, von denen der eine, zu einer dunkelrandigen feineren Faser geworden, durch die hinteren Wurzeln in das Rückenmark eintritt, während der andere zur Peripherie sich begiebt und dort endet (Fig. 360). Die Theilung des einfachen Achsencylinderfortsatzes geschieht meist so, dass die Aeste mit demselben einen rechten Winkel bilden, was von *Ranvier* mit dem Namen Fasern von T-Form bezeichnet wurde, bevor man

Fig. 361.

Fig. 360.

Fig. 360. Ganglienzelle aus dem *Ganglion jugulare Vagi* des Hundes mit dem Ursprunge einer Nervenfaser und der Theilung derselben in einen feineren *c* und einen gröberen Ast *p*. Nach *Retzius*. Starke Vergr.

Fig. 361. Sympathische Ganglienzelle des Frosches mit den abtretenden Fasern. Halbschematisch vergr. *a a* Kernhaltige Primitivscheide von Zelle und Fasern. *b* Gerade Nervenfaser (Achsencylinder), *c* Spiralfaser, die aus einem feinen Fadennetze entspringt, das die Zelle umspinnt. Nach *J. Arnold*. Die von diesem Forscher früher angenommenen Verbindungen von *a* und *c* mit dem *Nucleolus* sind nicht vorhanden.

wusste, welchen Verlauf die drei Stücke nehmen. Diese Zellen schliessen sich somit nahe an die bipolaren an, um so mehr, als auch *His* gezeigt hat, dass dieselben bei Embryonen aus bipolaren Zellen sich hervorbilden.

3. Zu den Zellen, die nur Einen nervösen Fortsatz besitzen oder den unipolaren Zellen gehören neueren Untersuchungen zufolge die von *Beale* und *Arnold* entdeckten Nervenzellen mit Spiralfasern um den Achsencylinderfortsatz herum aus dem *Sympathicus* der Amphibien (Fig. 361). An diesen Zellen ist der gerade Fortsatz als ein Achsencylinderfortsatz anzusehen, der in eine blasse marklose Faser sich fortsetzt (*Retzius*), doch muss erwähnt werden, dass *Smirnow* in Einem Falle (Fig. 16) einen Uebergang in eine dunkelrandige Faser gesehen zu haben glaubt. Wie dieser Fortsatz im weiteren Verlaufe sich verhält, ist noch nicht ermittelt, doch ist wahrscheinlich, dass derselbe ganz zur Peripherie sich begiebt und dass die an ihm beobachteten gabelförmigen Theilungen (*Schwalbe* bei *Feist* Fig. 20, 21, 22, *Smirnow* l. c. Fig. 11) nicht dieselbe Bedeutung haben, wie die Theilungen der Achsencylinderfortsätze in den Spinalganglien.

Die Spiralfaser, die an diesen Zellen sich findet, ist nach den neuesten Erfahrungen von *Arnold* und *Ehrlich* nicht als eine von diesen Zellen entspringende, sondern als eine an der Aussenfläche derselben mit feinen Verästelungen (Netzen?) endende oder beginnende Nervenfaser anzusehen, welche ihre Zelle an einem andern Ort besitzt (Siehe auch die Beobachtungen von *Smirnow* und *Retzius*). Ganz ähnliche Endigungen von Nervenfasern an der Aussenfläche von Nervenzellen finden sich, wie *Ramón y Cajal* entdeckte und *ich* bestätigte, an der Oberfläche der *Purkinje*'schen Zellen im kleinen Hirn, ferner (*Ehrlich* und *Ramón*) auf den Zellen der Spinalganglien und (*Ramón* und *ich*) auch um gewisse Zellen des *Sympathicus*.

4. Sehr eigenthümliche unipolare Nervenzellen sind diejenigen gewisser höherer Sinnesorgane, wie vor allem diejenigen des Geruchsorganes. Dieselben finden sich im Epithel der *Regio olfactoria* neben echten Epithelzellen und senden einen Nervenfaserfortsatz aus, der später zu einer marklosen Faser der *Nervi olfactorii* wird und schliesslich in den *Glomeruli olfactorii* endigt (siehe beim Geruchsorgan).

Aehnliche Elemente enthält die Netzhaut, deren Sehzellen (Stäbchen und Zapfen) hierher gehören. Ferner die Haut von *Lumbricus* (*v. Lenhossek*), der Polychaeten (*Nereis*) und Mollusken (*Limax*) nach *Retzius*.

Im Geschmacks- und Gehörorgan fehlen nach den Untersuchungen von *Retzius* solche Nervenendzellen und schliessen sich die hier vorkommenden Verhältnisse ganz an diejenigen der gewöhnlichen sensiblen Fasern an.

5. Eine ganz besondere Art von unipolaren Zellen sind diejenigen aus den Ganglien der niederen Thiere, die in neuerer und neuester Zeit besonders durch die Untersuchungen von *Biedermann* und *Retzius*, bekannt geworden sind. Diese Zellen, die mit motorischen Fasern in Beziehung stehen, entsenden von ihrem einzigen zur Peripherie dringenden Hauptfortsatze aus eine grössere oder geringere Zahl feiner und feinster Verästelungen, welche in der sogenannten rein grauen Substanz der Ganglien (der Punktsubstanz von *Leydig*) sich ausbreiten und vor allem dazu zu dienen scheinen, um die durch

die sensiblen Fasern fortgepflanzten Erregungen auf die motorischen Elemente überzutragen.

6. In die Kategorie von Zellen, die nur Einerlei und zwar Nervenfaserfortsätze haben, gehört höchstwahrscheinlich ein Theil der von *Remak*, *Key* und *Retzius* (Studien Taf. XIX) u. A. beschriebenen multipolaren Zellen des *Sympathicus* der höheren Wirbelthiere, die von *mir* (Würzb. Sitzungsber. 23. Nov. 1889 und Verh. d. anat. Ges. 1891 Demonstrationen) und *Ramón* (*Plexus myentericus* des Frosches in Trabajos d. lab. d. Histol. de Barcelona Febr. 1892) als Zellen mit reichverästelten Ausläufern erkannt wurden, die wahrscheinlich alle dieselbe Beschaffenheit haben und als Nervenfasern anzusehen sind.

Fig. 362

II. Zellen, die nur Dendriten besitzen und der nervösen und Nervenfaserfortsätze ermangeln. Hierher zählen:

1. Eine von *Golgi* und *Ramón* gefundene Zellenart im *Bulbus olfactorius* der Säuger, von denen jedoch noch nicht ganz feststeht, ob sie in der That keine nervösen Fortsätze besitzen.

2. Möglicherweise gehören hierher die Nervenzellen der inneren Körnerlage der Netzhaut, die nach beiden Seiten in Verästelungen auslaufen (*Tartuferi, Ramón*), doch ist die Bedeutung dieser Verästelungen noch nicht hinreichend klar gestellt und könnte ein Theil derselben auch die Bedeutung nervöser Fortsätze haben, in welchem Falle diese Zellen *Golgi*'s II. Typus angehören würden.

Fig. 362. Motorische Nervenzelle aus dem frischen Marke des Kalbes mit sehr verdünnter Chromsäure, 570mal vergr. *a* Nervenfaserfortsatz, *b* verästelte Fortsätze, deren viel länger dargestellte Aeste nicht wiedergegeben sind, *c* feine seitlich abgehende Aeste derselben, die nach *Deiters* in dunkelrandige Fäserchen übergehen sollen.

B. Nervenzellen die mehrerlei Fortsätze haben, heteropodere Neurodendren. Multipolare Zellen im Allgemeinen.

Fig. 363.

Hierher gehören vor allem die weit verbreiteten Zellen mit Protoplasmafortsätzen und mit Nervenfaser — oder nervösen Fortsätzen und kann man mit *Golgi* wesentlich zwei Typen unterscheiden, je nachdem die letzteren Fortsätze grössere oder geringere Verbreitungsbezirke haben und zu echten Nervenfasern sich gestalten oder nicht.

I. Heteropodere Nervenzellen mit echten Nervenfaserfort-

Fig. 364.

Fig. 363. *Purkinje*'sche Zelle aus dem Kleinhirn des Menschen. *n* Neuraxon, *k* Kollateralen desselben (*Golgi*, starke Vergr.).

Fig. 364. Eine Strangzelle aus dem Ventralhorne des Lendenmarks eines Rindsembryo von 20 cm. *n* Nervenfaserfortsatz, der bei *n'* in eine longitudinale Faser des Ventralstrangs übergeht. Der daneben befindliche Endast ging vielleicht auch in eine solche Faser über, *n''* Nebenäste (*Golgi*, ger. Vergr.).

sätzen oder Zellen des I. Typus von *Golgi.* Gewöhnliche multipolare Zellen.

1. Der Paradigma dieser Zellen sind die motorischen Zellen des Rückenmarks (Fig. 362), welche neben reich verästelten Protoplasmafortsätzen einen einzigen, manchmal mit einigen Nebenästchen besetzten Achsencylinderfortsatz besitzen, der in die motorischen Wurzeln eindringt und bis zu den betreffenden Muskeln verläuft. In diese Kategorie gehören wohl auch manche Strangzellen des Rückenmarks. Ferner alle Ursprungszellen der motorischen Kopfnerven, sowie gewisse Zellen der höheren Sinnesorgane, wie die Zellen des *Ganglion nervi optici* und alle sympathischen multipolaren Zellen mit Achsencylinderfortsätzen.

2. Als mehrweniger abweichende Varietäten dieser Zellen sind diejenigen anzusehen, bei denen der Achsencylinderfortsatz viele Nebenästchen (Collateralen) abgiebt, die zum Theil in sehr grosser Zahl sich finden und, wie *Flechsig* bei den Pyramidenzellen des grossen Hirns gefunden hat, in dunkelrandige Fasern übergehen können. Hierher gehören die Pyramidenzellen im grossen Gehirn (Fig. 367), die *Purkinje*'schen Zellen im Cerebellum (Fig. 363), viele Strangzellen im Rückenmark (Fig. 364), viele Zellen der *Medulla oblongata*, die Riesenzellen von *Amphioxus*. Alle Ausläufer des Achsencylinderfortsatzes dieser Zellen und der Achsencylinderfortsatz selbst gehen nicht aus den Centralorganen heraus, obschon dieselben echte markhaltige Elemente sind und über grosse Strecken verlaufen.

Fig. 365.

3. Zähle ich zu diesen Elementen die kleinen Nervenzellen der rostfarbenen Lage des kleinen Hirnes (Fig. 365). Der nervöse Fortsatz dieser Elemente theilt sich allem Anschein nach nur einmal in der Molekularschicht gabelig, verläuft jedoch, soviel wir wissen, im Allgemeinen nicht weit, scheint jedoch zu einer markhaltigen Faser sich zu gestalten.

Fig. 365. Zwei Körnerzellen *gr* der rostfarbenen Lage des *Cerebellum* der Katze, senkrechter Longitudinalschnitt. *n* Nervöser Fortsatz, *pr* Dendriten, *th* Theilungen der nervösen Fortsätze in der Molekularschicht und Uebergang derselben in je zwei longitudinale Fäserchen *l*, n^1 nervöse Zellenfortsätze, deren Zellen nicht sichtbar sind (*Golgi*, starke Vergrösserung).

4. In gewissen Fällen giebt eine multipolare Zelle zwei, drei und noch mehr Nervenfaserfortsätze ab, wie gewisse Zellen der äussersten Lagen des Hirns des Kaninchens und des *Lobus opticus* und Markes des Hühnchens (*Ramón y Cajal*).

Fig. 366.

Fig. 367.

5. In diese erste Abtheilung der multipolaren Zellen lassen sich auch die spärlichen multipolaren Zellen der Crustaceen einreihen, die neben einem

Fig. 366. Nervenzelle vom II. Typus aus dem Dorsalhorne eines Schweinsembryo von 17 cm mit reich verästeltem Fortsatze (*Golgi*, starke Vergr.).

Fig. 367. Pyramidenzelle aus dem Grosshirn eines Kätzchens von 1 Tage. *n* Nervöser Fortsatz mit Seitenästchen. Die Dendriten reichen bis zur Oberfläche des Gehirns, wo dieselben horizontal umbiegen (*Golgi*, stärkere Vergr.).

Nervenfaserfortsatz mit Seitenästchen auch vom Zellenkörper aus verästelte Ausläufer abgeben (*Retzius*, Biol. Unters. I Taf. VIII, X und XI).

II. Zellen mit nervösen Fortsätzen, Neuropodien, die nicht in selbständige Nervenfasern übergehen, oder Zellen des II. Typus von *Golgi*.

Zu diesen Zellen gehören:

1. Gewisse Zellen der *Medulla spinalis* und des Gehirns, deren Entdeckung wir *Golgi* verdanken, von denen die Figg. 366 und 368 eine gute Vorstellung geben. Diese Zellen besitzen neben reichverästelten Protoplasmafortsätzen einen einzigen nervösen Fortsatz, der mehr weniger reich, oft mit ungemein vielen Ausläufern innerhalb der grauen Substanz sich verästelt und höchstwahrscheinlich mit freien Enden ausläuft. Möglicherweise zählen auch manche Zellen der Netzhaut, die bipolaren Zellen und viele Spongioblasten, hierher.

2. Eine fernere eigenthümliche Zellenform, die sich nirgends anders unterbringen lässt, sind diejenigen Zellen der Molekularlage des *Cerebellum*, die mit ihren nervösen Ausläufern die Körper der *Purkinje*'schen Zellen umstricken und wie Körbe um dieselben bilden, während ihre anderen Ausläufer einfach wie Protoplasmafortsätze sich verhalten (s. beim Kleinen Hirn).

Fig. 368.

Gehen wir nun nach Schilderung der Hauptformen der Nervenbäumchen zu einer genaueren Betrachtung ihrer einzelnen Bestandtheile über, soweit dieselben nicht bereits in den §§ 119 und 120 geschildert wurden und beginnen wir mit dem wichtigsten Theile derselben, dem Zellenkörper, so ergiebt sich mit Bezug auf die Form eine grosse Mannigfaltigkeit. Die Kugelgestalt oder Birnform als primitivste Form findet sich erhalten vor allem bei den cerebrospinalen Ganglien der höheren Wirbelthiere und den unipolaren Zellen der Wirbellosen, während in allen Fällen, in denen die Zellen zwei Neuraxonen abgeben, wie in den cerebrospinalen Ganglien der Fische, im *Nervus cochleae* und *vestibuli*, bei den Nervenzellen der *N. olfactorii* und der sensiblen Haut-

Fig. 368. Grosse Zelle des II. Typus von *Golgi* aus der Körnerschicht des *Cerebellum* der Katze mit roth dargestelltem nervösem Fortsatze (*Golgi*). Starke Vergr.

nerven der Wirbellosen, die Zellen meist spindelförmig sind. Zellen mit vielen Fortsätzen sind meist vieleckig, doch giebt es auch hier Ausnahmen, wie bei den nahezu runden multipolaren Zellen des *Sympathicus*, den *Purkinje*'schen Zellen, gewissen Zellen des Ammonshornes, den kleinen Zellen der rostfarbenen Lage des kleinen Hirns, und ist ferner die Gestalt auch der vieleckigen Zellen sehr wechselnd, dreieckig, spindelförmig, langgezogen vieleckig.

Wie die Form wechselt auch die Grösse. Die kleinsten Nervenzellen sind die der rostfarbenen Cerebellumlage mit 4—9 μ, die grössten die motorischen Zellen des Markes, die von 67—135 μ betragen. Dazwischen liegen eine Menge anderer und mache ich nur namhaft die Zellen der Cerebrospinalganglien (26—90 μ), die *Purkinje*'schen Zellen (35—67 μ), die des *Ganglion n. optici* (9—36 μ), diejenigen des *Nervus cochleae* (24—35 μ). Die Ursprungszellen der *Nervi olfactorii* sind 2—4 μ breit, 110 (Schaf)—150 μ (Kaninchen) lang.

Bei Thieren sind die grössten durch *Fritsch* beschriebenen Nervenzellen diejenigen von *Lophius* von 0,13—0,15 mm mit Kernen von 70 μ und Nucleolen von 35 μ, deren Protoplasma sogar oft von einzelnen Kapillaren durchzogen wird. Eben so gross sind die zwei elektrischen Zellen des Zitterwelses (von 0,10 zu 0,20 mm), deren Kerne 60 μ und Kernkörperchen 10 μ betragen. Auch hier ist das Protoplasma der Zelle in seiner Peripherie von reichlichem blutgefässhaltigem Gewebe durchzogen, welche Theile *Fritsch*, wie mir scheint, nicht ganz passend, als anastomosirende Protoplasmafortsätze auffasst (Malapter. electr. Taf. V).

In Betreff der Umhüllungen der Nervenzellen ist als sicher zu bezeichnen, dass dieselben, wie es scheint, überall einer Zellmembran entbehren und die Natur von Protoblasten besitzen. Dagegen kommt allen peripherischen Nervenzellen mit Ausnahme derer der Retina, der Riechschleimhaut und der Haut niederer Thiere eine äussere Umhüllung zu, die, weil dieselbe in die *Schwann*'sche Scheide der Nervenfasern übergeht, mit demselben Namen bezeichnet werden kann. Diese Hüllmembran ist eine zarte, kerntragende Haut, die, wie *Valentin* (*Müll.* Arch. 1839 S. 243) und *ich* (Mikr. Anat. II, S. 506 Fig. 154) zuerst gezeigt haben, in vielen Fällen in kleine endothelartige Zellen zerfällt (Fig. 369), deren Grenzen nach *Eberth* durch Silber sehr deutlich werden (siehe auch *Fräntzel* in *Virch.* Arch. 1867). Bei den Fischen besitzt diese Umhüllung keine Kerne, hängt jedoch ebenfalls mit der *Schwann*'schen Scheide der Nervenfasern zusammen. Ausser dieser Scheide kommt nach *Ranvier* den Ganglienzellen der Plagiostomen noch eine „sekundäre“ Umhüllung zu (Traité techn. Fig. 348), die offenbar dem sich vergleichen lässt, was oben bei den Nervenfasern *Henle*'sche Scheide genannt wurde und als innerster Theil der bindegewebigen Hülle anzusehen ist.

Bei den centralen Zellen fehlt eine besondere Umhüllung und besitzen dieselben als Begrenzung nur das Gewebe der grauen Substanz, das in wechselnder Menge aus Nervenfasern, Gliazellen und Gefässen besteht. Diese Umhüllung bietet aber doch eine gewisse Festigkeit dar, was daraus erschlossen werden kann, dass an nicht frischen Gehirnen die geschrumpften Zellenkörper der Pyramidenzellen einem guten Theil nach von einem mit Flüssigkeit erfüllten Hohlraume umgeben sind und als sogenannte „Blasenzellen“ erscheinen. In etwas anderer Weise wirkt die Schrumpfung auf die Zellen der Ganglien. Diese er-

füllen normal den Raum ihrer *Schwann*'schen Scheide ganz genau. Schrumpft nun ein solcher Nervenkörper, so zieht sich derselbe oft so zusammen, dass er mit einzelnen Theilen an der Scheide haften bleibt, mit andern von derselben sich abhebt und Flüssigkeit an die Stelle tritt. So entstehen dann die zackigen, sternförmigen, wie von einem Kranz von Vacuolen umgebenen Nervenkörper, die oft schon für multipolare gehalten wurden. In gewissen Fällen bildet sich übrigens auch in Ganglien ein einfacher oder mehrere grössere blasige Räume um den Zellenkörper.

Der Körper der Nervenzellen besteht aus einer weichen, aber zähen, elastischen Masse, die, abgesehen von dem Zellenkerne, aus zwei Theilen besteht, erstens aus einer hellen, gleichartigen, leicht gelblichen oder farblosen Grundmasse, welche die physikalischen Eigenschaften der Nervenkörper bedingt und wesentlich aus Eiweissverbindungen besteht, und zweitens aus feinen Körnchen verschiedener Art. In den ungefärbten Nervenzellen sind dieselben in Gestalt gleichmässig grosser, rundlicher, meist sehr feiner und blasser, seltener dunklerer und grösserer Körperchen durch den ganzen Inhalt verbreitet, während in den gefärbten Zellen der Ganglien, des Markes, des *Locus coeruleus*, der *Subst. nigra* der Hirnstiele, statt ihrer mehr weniger gelbliche oder braune und selbst ganz schwarze Körperchen sich finden (Fig. 370, 371). Diese sind meist grösser und liegen gewöhnlich an einer Stelle der Zelle in der Nähe des Kernes in einem Klumpen dicht beisammen; andere Male erfüllen sie die gesammte Zelle nahezu ganz und geben ihr das Aussehen einer braunen oder schwarzen Pigmentzelle.

Schon seit Langem ist durch *Remak* zuerst (*Müll.* Archiv 1844) auf einen faserigen Bau des Inhaltes gewisser Nervenzellen aufmerksam gemacht worden, den später bei Wirbellosen besonders *Walter* und *Leydig*, bei Wirbelthieren *Beale*, *M. Schultze*, *Frommann*, *Deiters* und *ich* verfolgten (Fig. 362). Diese Faserungen, die vor allem an den multipolaren Zellen des Markes vorkommen und in Gestalt parallel faseriger Züge, die von den Fortsätzen aus in die Zelle ausstrahlen, zum Theil auch als konzentrische Faserungen sich finden, sieht man am besten nach Einwirkung dünner Chromsäure und von chromsaurem Kali (*Remak, ich*), nach verdünnter Essigsäure (*Beale*), ganz frisch in Serum und in Ueberosmiumsäure (*M. Schultze*), in Methylenblau (*Kronthal*). Nach den Untersuchungen von *M. Schultze*, mit denen meine Erfahrungen stimmen, müssen diese Fibrillen als von den oben erwähnten Körnern verschieden

Fig. 369.

Fig. 370.

Fig. 369. Zellen aus der Scheide der Ganglienkugeln der Spinalknoten des Menschen, 350 mal vergr.

Fig. 370. Nervenzelle der *Substantia nigra* der Hirnstiele des Menschen, 350mal vergr.

angesehen werden und würden die letzteren mit der gleichartigen Grundsubstanz zusammen dem Neuroplasma der Achsencylinder, die Fibrillen dagegen den Achsenfibrillen zu vergleichen sein. In physiologischer Beziehung verdient wohl alle Beachtung, 1. dass der fibrilläre Bau auch auf die Dendriten übergeht, 2. dass alle Fäserchen der Fortsätze radiär gegen den Zellenkern zusammenlaufen, ohne Andeutungen von Anastomosen zu bilden und 3. dass um den Kern herum nicht selten konzentrische Streifungen sich finden (*M. Schultze* in *Stricker* Fig. 20). Es gewinnt so den Anschein, als ob die Dendriten Eindrücke zum Kern leiteten und von diesem aus die Achsenfibrillen angeregt würden.

Eine weitere Unterstützung findet die eben angedeutete physiologische Auffassung dadurch, dass nicht alle Nervenzellen denselben Bau darbieten, den die

Fig. 371.

multipolaren Zellen des Rückenmarkes zeigen. Nach den sorgfältigen Untersuchungen von *Flemming* nämlich (Festschr. für *Henle*) zeigen die Zellen der Spinalganglien keinen parallel faserigen Bau, sondern ausser den Körnchen und der Zwischensubstanz feine, dichte, gewundene Fäden, von denen sich nicht bestimmen liess, ob sie Netze bilden oder selbständige, längere oder kürzere Bildungen darstellen. Aus dem Mangel eines parallel faserigen Baues, wie ihn die multipolaren Markzellen besitzen, leitet *Flemming* gewiss mit Recht den Schluss ab, dass die Zellen der Spinalganglien nicht in derselben Weise physiologische Centren oder Leitungsorgane seien, wie jene, sondern wohl

Fig. 371. Nervenzelle der *Substantia ferruginea* am Boden der Rautengrube, vom Menschen, 350mal vergr.

eher der Ernährung und Erhaltung der sensiblen Wurzelfasern dienen. Eine erfreuliche Verstärkung würde diese Hypothese erhalten, wenn sich nachweisen liesse, dass auch alle multipolaren Zellen des Gehirns und *Sympathicus*, die offenbar als Leitungsapparate und Centren wirken, ebenfalls einen parallel faserigen Bau besitzen.

Die Kerne der Nervenzellen von 3,4—18 μ Grösse liegen meist in der Mitte der Zellen und sind sehr klar vortretende kugelrunde Bläschen mit deutlicher Membran, ganz hellem flüssigem Inhalte und einem 3—7 μ grossen Nucleolus, neben dem noch ein oder mehrere Nebennucleolen vorkommen können. In der Regel enthalten die Nervenzellen nur Einen Kern, doch hat *Remak* (Observat. Taf. II Fig. 14) schon vor langer Zeit beobachtet, dass im *Sympathicus* erwachsener Kaninchen Zellen mit zwei Kernen vorkommen. *Schwalbe* fand solche dann auch beim Meerschweinchen und bemerkt in Betreff des Kaninchens, dass bei erwachsenen Geschöpfen nur zweikernige Zellen vorkommen (*M. Schultze*'s Archiv 1868 Taf. IV Fig. 10, 11, 12) mit Ausnahme einiger weniger einkerniger bipolarer Zellen im Grenzstrange (l. c. Fig. 13), wogegen bei jungen Thieren auch zahlreiche einkernige sich finden. Die zweikernigen Zellen bestätigen für das Kaninchen *Gaye* (Med. Centrbl. 1868), *Ranvier* (Traité Fig. 345, 346), *S. Mayer* (*Stricker* Bd. II), welcher auch an sympathischen Zellen vom Hunde, der Katze, des Menschen und Frosches mehrfach doppelte Kerne wahrnahm. Ich selbst habe auch schon seit Langem (Gewebelehre 4. Aufl. 1863 S. 292) Zellen mit mehrfachen Kernen bei jungen Thieren als häufig vorkommend bezeichnet.

Mit Bezug auf die feinere Zusammensetzung der Kerne der Nervenzellen hat *Flemming* nachgewiesen, dass dieselben, ebenso wie andere Kerne, aus einem Gerüst oder Netzwerk bestehen, das chromatische Substanz trägt und aus einer weichen und flüssigen Zwischensubstanz, dem Karyoplasma. Sehr chromatinreich ist der Nucleolus und ebenso ist auch die Kernmembran, die *Flemming*, wie ich schon seit Langem, ebenfalls annimmt, chromatisch (*Flemming* in Festschr. f. *Henle* Taf. II). Im Ganzen genommen ist aber doch der Kerninhalt der Nervenzellen arm an Nuclein, wofür auch die Untersuchungen von *Witkowski* sprechen, der jedoch bei Embryonen diese Kerne stark nucleinhaltig fand (Arch. f. Psych. 1882. XIII).

M. Flesch (Ueber die Verschiedenheiten im chemischen Verhalten der Nervenzellen 1888) glaubt gefunden zu haben, dass die Nervenzellen der Ganglien, des Rückenmarkes und verlängerten Markes und wahrscheinlich auch die des Gehirns in ihrem Verhalten gegen Farbstoffe ein gesetzmässiges Verhalten zeigen, welches von chemischen Verschiedenheiten derselben abhänge, die theils auf Unterschiede in der Entwicklung, theils auf solche des Stoffwechsels oder der Funktion schliessen lassen. Die einen Zellen sind leicht färbbar (chromophile Zellen), die andern gar nicht (chromophobe Zellen), zwischen denen Mittelformen sich finden. — Soweit ich diese Angelegenheit zu beurtheilen im Stande bin, möchte ich glauben, dass es sich wohl der Mühe lohnt, dieselbe im Sinne von *Flesch* weiter zu verfolgen. Immerhin erlaube ich mir zu bemerken, dass nach meinen Erfahrungen der verschiedene Grad der Schrumpfung der Zellen sehr bedeutend auf die Färbung derselben einwirkt, in der Weise, dass stark geschrumpfte Zellen stets dunkler sind als andere. Ferner ergiebt eine Vergleichung von gefärbten Serienschnitten der *Medulla oblongata* und des *Cerebellum* oft ein sehr verschiedenes Verhalten der Nervenkerne der rechten und linken Seite, so dass z. B. der eine *Deiters*sche Kern Eines Schnittes oder der *N. dentatus cerebelli* u. s. w. chromophile, der andere chromophobe Zellen zeigt.

In dem Bisherigen war nur von dem Zellenkörper der Nervenbäumchen die Rede. Nun sind aber auch noch die Ausläufer derselben zu betrachten. Soweit dieselben aus markhaltigen und marklosen Nervenfasern bestehen, sind dieselben schon in den §§ 119 und 120 geschildert worden und bleibt somit nur noch die speziellere Beschreibung der Dendriten und der Neuraxonen des II. Typus übrig.

Fig. 372.

Was erstens die Form und Zahl der Dendriten, sowie die Länge derselben anlangt, so sind diese Verhältnisse so mannigfach wechselnd, dass es schwer hält, etwas Allgemeines über dieselben zu sagen. Die Länge einmal beträgt als das eine Extrem bei den kleinen Körnerzellen des Cerebellum 10—40 μ, während auf der anderen Seite die Dendriten der *Purkinje*'schen Zellen in ihrer Länge der Dicke der molekulären Lage des Cerebellum gleichkommen, diejenigen der Pyramidenzellen im Grosshirn z. Th. die Hälfte oder

Fig. 372. Gliazellen aus dem Grosshirn des Kaninchens, die verschiedentlich an die Gefässe sich ansetzen, Färbung nach *Golgi*. Starke Vergr.

zwei Drittheile der Dicke der grauen Rinde durchlaufen und die Riesenpyramiden des Ammonshornes mit ihren längeren Dendriten wohl der Dicke von zwei Drittheilen der grauen Lage desselben gleichstehen. Die Zahl der Dendriten ist auch sehr verschieden. Es giebt Zellen mit nur einem einzigen oder zwei Dendriten, wie die *Purkinje*'schen Zellen, gewisse Zellen der Hinterhörner des Markes, des Ammonshornes, der äussersten Rindenlage des grossen Hirnes, und wieder andere, die 5—7 und mehr solche besitzen und dazwischen Mittelformen. Manchmal gehen die Stämme dieser Dendriten nach allen Seiten ab, wie im *Sympathicus*, im Mark (Vorderhorn), den Oliven u. s. w., andere Male nur nach einer Seite (*Purkinje*'sche Zellen, Zellen der *Fascia dentata*) oder nach zwei Seiten (grosse Zellen des Ammonshornes). In noch anderen Fällen, wie bei den Grosshirnpyramiden, findet sich ein Hauptfortsatz an der Spitze einer dreieckigen Zelle und zahlreiche andere an allen Theilen der Basis.

Sehr wechselnd ist endlich auch der Grad und Reichthum der Aeste der Dendriten. Die einfachsten Formen zeigen wiederum die Körnerzellen des Cerebellum, die nur 3—5 kurze, wenig getheilte Aestchen haben, dann folgen die Zellen der *Fascia dentata* und die kleinen Zellen der Molekularlage des Cerebellum. Die reichsten Verzweigungen dagegen besitzen die Pyramidenzellen der Hirnrinde, vor allem die des Ammonshornes, die grossen Zellen des *Bulbus olfactorius* und die allerzahlreichsten die *Purkinje*'schen Zellen.

Zwei Punkte sind in Betreff des Verläufes und des Endes der Dendriten noch nicht hinreichend ermittelt, 1. ob die Aeste derselben Anastomosen eingehen und 2. wie dieselben enden. Ersteres anlangend so wollen einige wenige Neuere (*Masius*, Arch. d. Biol. 1892) Verbindungen der Zweige der Dendriten einer und derselben und selbst verschiedener Zellen wahrgenommen haben, während die grosse Mehrzahl der Beobachter mit *mir*, *Retzius*, *Lenhossek*, *Gehuchten* bekennt, nicht im Stande zu sein, solche Verhältnisse zu finden.

Ad 2 ist die Ansicht von *Golgi* und seiner Schüler hervorzuheben, welche die Dendriten an die Gliazellen und Gefässe sich ansetzen und so enden lassen, wogegen die eben genannten Autoren behaupten, solche Verbindungen nicht gesehen zu haben. Grosse Beachtung verdient in dieser Frage, dass *Golgi* in seinem Hauptwerke keine einzige Abbildung einer solchen Verbindung veröffentlicht hat und dass auch seine Beschreibungen nichts weniger als bestimmt lauten. Auf S. 26 heisst es wörtlich: „An diesem Orte (der *Fascia dentata*, an welcher *Golgi* damals die oberflächliche Lage von Nervenfasern nicht kannte, die dann sein Schüler *Sala* später zugab, nachdem ich dieselbe beschrieben hatte), gewinnt man nicht selten den Eindruck (non di rado si ha altresi l' impressione), dass einige der Protoplasmafortsätze vermittelst einer zarten Verbreiterung sich direkt an die Gefässe ansetzen. Da jedoch im gesammten Verlaufe der Gefässe und in direkter Verbindung mit ihnen eine zusammenhängende und verwickelte Reihe von Bindesubstanzzellen (es sind Gliazellen gemeint) sich finden, ist es schwierig oder unmöglich, zu sagen, ob die erwähnten zarten Verbreiterungen der Protoplasmafortsätze diesen selbst oder den Bindesubstanzzellen angehören, welche den Gefässwandungen selbst angelegt sind.“ Etwas bestimmter drückt sich *Sala* aus, der auch die einzige mir bekannte Abbildung eines Ansatzes eines Protoplasmafortsatzes an eine Gefässwand giebt (Zeitschr. f.

wiss. Zool. Bd. LII Taf. V Fig. 6). Wenn man bedenkt, wie leicht im Ganzen die Verbindungen der Gliazellen mit den Gefässen sich nachweisen lassen (Fig. 372), von welchen auch eine Reihe von Abbildungen vorliegen, unter denen ich nur die von *Golgi* selbst (Contribuz. alla fina anat. dei org. centr. etc. Bologna 1871/72 Fig. 4), von *Marchi* (Sulla fina strutt. d. corp. striati e. talami ottici in Riv. sperim. di freniatria XII 1887 Tav. VIa Fig. IIa, Verbindungen von Ependym- und Gliazellen mit Gefässen), von *Cionini* (Strutt. d. gland. pineale, ebenda Fig. C, Gliazellen und Gefässe), *Petrone* (Gliazellen des N. opticus, Internat. Monatsschr. Bd. V Taf. II Fig. 2) und von *Lavdowsky* (Arch. f. m. Anat. Bd. 38 Taf. XIV Fig. 3, Tab. XV Fig. 6g) namhaft mache, und ferner erwägt, wie oft an *Golgi*'schen Präparaten Gliazellen, Gefässe und Dendriten zusammen gut gefärbt sind und dennoch keine Verbindungen der letzteren mit den beiden ersten sich nachweisen lassen, so muss man doch wohl zur Ueberzeugung kommen, dass die von *Golgi* mehr vermutheten als beobachteten Beziehungen dieser Theile in Wirklichkeit nicht vorkommen und die Dendriten frei enden. In diesem Sinne hat sich auch *Lavdowsky* ausgesprochen (l. c. S. 275).

Den Bau der Dendriten betreffend, so ergeben die stärkeren unter denselben, dass derselbe ganz mit demjenigen des Körpers der Nervenzellen übereinstimmt (Fig. 362). Varicositäten, die an diesen Ausläufern nicht selten vorkommen, sind für Kunstprodukte zu halten und ebenso fasse ich auch den Besatz mit kürzeren und längeren Spitzen auf (Fig. 363), der an *Golgi*'schen Präparaten besonders an den Pyramiden- und *Purkinje*'schen Zellen in mannigfacher Weise zur Anschauung kommt, vor allem aus dem Grunde, weil einmal solche Bildungen ungemein wechselnd sind und auch an versilberten Präparaten oft fehlen und zweitens weil frische, sorgfältig dargestellte Dendriten von solchen Anhängen nie etwas zeigen.

Von den nervösen Fortsätzen der Nervenzellen sind nur noch diejenigen der Zellen von *Golgi*'s II. Typus kurz zu besprechen. Diese Ausläufer (Fig. 366, 368) stimmen, soweit dieselben näher bekannt sind, mit den gewöhnlichen nervösen Fortsätzen überein und ist das einzige Bezeichnende an denselben, dass sie ungemein reich sich verästeln und über einen kleinen Verbreitungsbezirk nicht herausgehen.

Die Umhüllungen der Nervenzellen verdienen noch eine genauere Prüfung namentlich auch mit Bezug auf die Frage, ob denselben auch eine *Henle*'sche Scheide zukomme, welche von *M. v. Lenhossek* in seiner sorgfältigen Arbeit über die Spinalganglien des Frosches (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 26) bejahend beantwortet wird. Auch *Ranvier* nimmt in gewissen Fällen (Fische) eine solche Scheide an. Meine eigenen Erfahrungen sprechen eher gegen diese Annahmen und bin ich vor allem, was den Frosch und die höheren Wirbelthiere betrifft, der Meinung, dass die hier vorkommende Hülle in die *Schwann*'sche Scheide übergeht. Auch die sogenannten *Courvoisier*'schen Polarkerne und die „Polplatte" von *v. Lenhossek* rechne ich zu dieser Scheide, betrachte dieselben jedoch nicht gerade als typische Bildungen, sondern als mit mehr aussergewöhnlichen Wucherungen der Zellen der *Schwann*'schen Hülle zusammenhängend. Solche Verdickungen der *Schwann*'schen Zellenhülle, die von Wucherungen der betreffenden Endothelzellen herrühren, sind meinen Erfahrungen zufolge beim Menschen in den sympathischen Ganglien eine sehr häufige Erscheinung und können zu mächtigen Verdickungen der Zellenhülle führen.

Centrales Nervensystem.

§ 122.

Rückenmark. Die nervösen Elemente sind im Rückenmark so vertheilt, dass die äussere weisse Substanz desselben so zu sagen ausschliesslich von Nervenröhren, der graue Kern mit seinen Ausläufern, den Hörnern, dagegen fast zu gleichen Theilen aus Nervenröhren und Nervenzellen gebildet wird. Ausserdem findet sich noch durch das ganze Mark eine bedeutende Menge einer Verbindungssubstanz, dem sogenannten Nervenkitt, Neuroglia oder Glia, als Trägerin der nervösen Elemente und der Gefässe, die später besonders besprochen werden soll.

Die weisse Substanz des Rückenmarkes kann für die Beschreibung am passendsten in hergebrachter Weise in zwei Hälften und jede derselben in drei Stränge getheilt werden, obschon, was die letzteren anlangt, die Entwicklungsgeschichte unumstösslich beweist (*Bidder* und *Kupffer*, *ich*), dass eigentlich nur zwei Stränge jederseits, Bauch- und Rückenstränge, anzunehmen sind und dass der Seitenstrang grösstentheils zum Bauchstrang gehört. Die Bauchstränge, *Funiculi ventrales*, werden nach innen durch die in der ganzen Länge des Markes

Fig. 373.

Fig. 373. Querschnitt des unteren Dorsaltheiles des Rückenmarks, 10 mal vergr. *a a a* Ventrale Wurzel, *b* dorsale Wurzel, *c* Centralkanal, *d* ventrale Kommissur, *e* zwei Bündel von Längsfasern, in der ventralen Kommissur den Bauchsträngen angehörend, *f* dorsale Kommissur, *g* *Clarke*'sche Säulen oder *Stilling*'scher Kern, *h* *Goll*'sche Keilstränge, *i* *Subst. gelatinosa*. In der weissen Substanz sind nur die strahlenförmigen Züge von Gefässen, Bindesubstanz und z. Th. auch Nervenfasern angegeben.

sich erstreckende *Fissura ventralis,* in welche ein gefässreicher Fortsatz der *Pia mater,* das *Septum ventrale,* sich einsenkt, fast ganz von einander getrennt, hängen jedoch im Grunde der Spalte durch die ventrale oder weisse Kommissur (*d*) unter sich zusammen; seitwärts reichen dieselben bis zur Austrittsstelle der motorischen Wurzeln oder bis zum *Sulcus lateralis ventralis,* hängen jedoch hier unzertrennlich mit den Seitensträngen, *Funiculi laterales,* zusammen, die da, wo der *Sulcus lateralis dorsalis* liegt, in welchen die sensiblen Wurzeln sich einsenken, wiederum ohne Grenze in die Rückenstränge übergehen. Diese, *Funiculi dorsales,* stossen zwar in der dorsalen Mittellinie scheinbar zusammen, indem die von Manchem angenommene dorsale Längsspalte, mit Ausnahme der proximalen Cervicalgegend, beim Menschen nicht vorhanden ist, sind aber doch in der ganzen Ausdehnung des Markes durch sehr zahlreiche, in der dorsalen Mittellinie bis zum grauen Kern eindringende Gefässe und sie begleitende Stützsubstanz, das *Septum dorsale,* so von einander getrennt, dass ihre Nervenfasern an den meisten Orten einander nicht einmal berühren, und wo dies noch der Fall ist, nur neben einander liegen und durchaus nie ineinander übergehen. Im Halstheile des Markes sind die dorsalen Stränge durch eine zarte Furche, *Sulcus intermedius,* in den medialen zarten oder *Goll*'schen Strang (*h*) und in den lateralen Keilstrang oder *Burdach*'schen Strang geschieden, eine Trennung, die auch im Brusttheile des Markes noch ziemlich deutlich zu erkennen ist. Es stellt mithin die weisse Substanz des Markes zwei nur durch die weisse Kommissur vereinte Hälften dar, von denen jede mehr künstlich in drei Stränge zerfällt, welche die zwischen den Hervorragungen der grauen Substanz befindlichen Vertiefungen ausfüllen.

Die graue Substanz besitzt einen mittleren Theil von mehr bandartiger Gestalt und vier seitlich von demselben ausgehende Blätter, so dass der Querschnitt derselben ein Kreuz bildet. Der mittlere Theil oder die graue Kommissur, *Comm. grisea* (*f*) enthält beim Erwachsenen in den meisten Fällen eine enge, röhrenförmige, von einer besonderen Zellenlage, dem *Ependyma,* ausgekleidete Höhlung, den *Canalis centralis med. spinalis* (*c*), als Rest des weiteren, beim Fötus vorkommenden Hohlraumes mit flimmerndem Epithel und um denselben eine graue Masse, den von mir früher sogenannten centralen grauen Kern, *Stilling*'s *Subst. gelatinosa centralis,* den ich mit *Virchow* zum Ependyma des *Canalis centralis* zähle und centralen Ependymfaden nenne. An der Bauch- und Rückenseite dieses Fadens finden sich querlaufende Nervenfasern, welche die *Commissura grisea s. dorsalis* darstellen. Von den grauen Blättern, auf dem Querschnitte auch Hörner, *Cornua,* genannt, zeigen die ventralen, gleichmässig grauen, kürzeren und dickeren *Laminae griseae ventrales,* s. *Cornua ventralia,* im distalen Halsmarke und im angrenzenden Brustmarke einen seitlichen Ausläufer, das Seitenhorn, *Cornu laterale.* Die dorsalen, längeren und schlankeren Hörner, *Laminae* s. *Cornua dorsalia,* sind in ihrem grösseren Abschnitte ebenfalls grau, am dorsalen Rande dagegen mehr weniger weit, von einer helleren Schicht, der *Substantia gelatinosa* (*Rolandoi*) bekleidet (*i*). An ihrer Ausgangsstelle erscheinen die dorsalen Hörner mehr weniger verschmälert, verbreitern sich dann im weiteren Verlaufe und enden mehr zugespitzt, was durch

die Namen Cervix, Caput, Apex, Hals, Kopf und Spitze oder Scheitel ausgedrückt wird. Von den Wurzeln der Rückenmarknerven dringen die ventralen oder motorischen zwischen den ventralen und seitlichen Strängen gerade auf die ventralen Hörner ein, und die dorsalen oder sensiblen Wurzeln treten zwischen den seitlichen und dorsalen Strängen durch, theils in die *Subst. gelatinosa,* theils in die Dorsalstränge ein.

§ 123.

Den Bau des Markes im Allgemeinen anlangend, so sind in der weissen Substanz zu unterscheiden: 1. wagerechte, 2. der Länge nach verlaufende und 3. schiefe Nervenfasern.

Die Längsfasern sind mit Ausnahme der Kommissuren und den Gegenden der durchtretenden Wurzelfasern in der weissen Substanz vorwiegend und einem guten Theil nach unvermischt mit horizontalen Fasern. An der Oberfläche des Markes verlaufen dieselben alle einander gleich, während sie in den tieferen, besonders den an die graue Substanz angrenzenden Theilen, untereinander sich verflechten oder feinere Bündel bilden. Dieselben nehmen im Allgemeinen, d. h. in den langen Bahnen (siehe unten), caudalwärts an Zahl ab, indem sie, wie später gezeigt werden soll, nach und nach von innen her in die graue Substanz eintreten und zeigen die allgemeinen Eigenschaften der centralen Nervenröhren, d. h. Mangel der Scheiden, Geneigtheit zur Bildung von Varicositäten und zum Zerfall in einzelne Bruchstücke. Ihr Durchmesser beträgt von 2,4—10, selbst bis zu 13—18 μ, im Mittel 4,5—6,7 μ und finden sich diese Grössen im Allgemeinen so vertheilt, dass 1. die Dorsalstränge und dorsalen Theile der Seitenstränge feinere Fasern führen als die übrigen Theile und 2. in jedem Strange die feinen Fasern im Ganzen mehr die tiefsten Theile desselben einnehmen.

Die wagerechten und schiefen Fasern der weissen Substanz des Markes finden sich 1. in allen Strängen und zwar so, dass ihre Zahl in den Gegenden, die an die Hörner der grauen Substanz anstossen, am bedeutendsten ist; 2. in der weissen Kommissur und 3. an den Eintrittsstellen der Nervenwurzeln. Die weisse oder ventrale Kommissur (Fig. 374 *d*) ist z. Th. eine Kommissur im gewöhnlichen Sinne des Wortes, z. Th. scheinbar eine Kreuzung der Vorderstränge. Die Kommissurenfasern laufen meist in wagerechter Richtung quer oder schief am Centralkanale hin, wobei sie z. Th. deutlich sich kreuzen, und strahlen pinselförmig in die graue Substanz in der Richtung gegen die lateralen Stränge, vor allem aber in das ventrale graue Horn, aus, wo wir dieselben wieder finden werden. Die sich kreuzenden Fasern scheinen von den jeweiligen tiefsten Nervenfasern der ventralen Stränge gebildet zu werden, welche, indem sie in schiefem Verlaufe medianwärts sich umbiegen, mit den Kommissurenfasern der anderen Seite sich durchkreuzen und das vom rechten Ventralstrange kommende Bündel in das linke ventrale Horn der grauen Substanz, das vom linken abstammende in das rechte ventrale Horn wagerecht ausstrahlen. Andere Kommissurenfasern stammen aus der grauen Substanz und gehen in Strangfasern der entgegengesetzten Seite über.

Die Dicke der *Comm. alba* ist nicht überall die nämliche, doch richtet sich dieselbe nicht nach der Stärke der austretenden Wurzeln, was zu beweisen scheint, dass die Kommissur keine ventralen Wurzelfasern enthält. Ihre Breite

Fig. 374.

wechselt ebenfalls und richtet sich so ziemlich nach der Breite des Markes und des Grundes der ventralen Spalte, ist am stärksten an der Halsanschwellung und nimmt von hier nach beiden Seiten ziemlich gleichmässig ab. Die Fasern

Fig. 374. Querschnitt aus der proximalen Halsgegend des Rückenmarks eines Kindes, etwa 16 mal vergr. *a* Ventrale Wurzel, *b* dorsale Wurzel, *c* Centralkanal, *d Commiss. alba*, *e Commissura grisea*, *f Subst. gelatinosa*, *g* Fasern der dorsalen Wurzel, die durch die dorsalen Stränge treten, *h* Längsbündel, die den dorsalen und seitlichen Strängen angehören, *i* Uebergang eines Theiles der Fasern *g* in die dorsale Kommissur, *k* Uebergang eines andern Theiles dieser Fasern *g* in das Ventralhorn und scheinbarer Zusammenhang mit den motorischen Wurzeln, *l* mediale Zellensäule der Ventralhörner, *m* laterale Zellensäule dieser Hörner, *n* Fasern, die aus den ventralen Theilen des Seitenstranges in das ventrale graue Horn ziehen, *o* scheinbare Einstrahlungen von ventralen Wurzelfasern in den Seitenstrang.

derselben messen 2,4—6,7 μ und nehmen beim Ausstrahlen in die ventralen Hörner zum Theil deutlich an Durchmesser ab.

Die Wurzeln der Spinalnerven (Fig. 374 *a, b*) setzen im Allgemeinen in grösseren Bündeln vom *Sulcus lateralis ventralis* und *dorsalis* aus wagerecht oder schief zwischen den Längsfasern hindurch, die motorischen um scheinbar alle in die ventralen grauen Blätter sich einzusenken, wo wir denselben wieder begegnen werden, während die dorsalen Wurzeln erst in die Dorsalstränge eindringen und in die longitudinalen Elemente derselben sich fortsetzen und erst von hier aus mit gewissen ihrer Ausläufer in die grauen dorsalen Hörner sich einsenken. Die Nervenröhren der Wurzeln (in den hinteren Wurzeln zu $^2/_3$ von

Fig. 375.

9—18 μ, zu $^1/_3$ von 2,4—6,7 μ; in den vorderen zu $^3/_4$ von 13—24 μ, zu $^1/_4$ von 5,6—6,7 μ) besitzen, sowie sie ins Mark eingetreten sind, alle Eigenschaften centraler Fasern und messen die stärkeren anfänglich noch zum Theil 9—13 μ in den sensiblen, bis zu 18 μ in den motorischen Wurzeln, verschmälern sich aber nachweisbar immer mehr, um schliesslich die Ersteren mit kaum mehr als 2,4—6,3 μ Durchmesser, die Letzteren ebenfalls, die meisten nicht stärker als 9 μ (einzelne mit 13 μ) in die graue Substanz zu treten.

In der grauen Substanz verdienen die Nervenzellen und die Nervenröhren eine besondere Besprechung. Die ersteren kommen in sehr verschiedenen Formen vor, stimmen jedoch alle darin überein, dass sie ohne Ausnahme mehrfache Ausläufer haben und zu den sogenannten multipolaren gehören (Fig. 375).

Fig. 375. Grosse Nervenzellen mit Fortsätzen aus den ventralen Hörnern des Rückenmarkes des Menschen, 350mal vergr. An der Zelle rechts sind zwei kurze Fortsätze des Zellkörpers vorhanden, von denen der eine oder andere ein Achsencylinderfortsatz (*Deiters*) gewesen sein kann. Einen ähnlichen Fortsatz zeigt auch die Zelle links.

Dieselben besitzen alle 1. reichverästelte sogenannte Protoplasmafortsätze oder Dendriten, welche auf's feinste sich verästeln und keine Beziehungen zu Nervenfasern erkennen lassen und 2. einen Ausläufer, der bei den einen (den Zellen des I. Typus von *Golgi*) als ein Nervenfaserfortsatz anzusehen ist, bei den anderen (den Zellen des II. Typus von *Golgi*) als ein nervöser Fortsatz (*Golgi*). Bei der grossen Zahl und der im Ganzen wenig regelmässigen Anordnung der Nervenzellen des Markes ist es schwer, dieselben in bestimmte Abtheilungen zu bringen, nichtsdestoweniger ist ein solcher Versuch von älteren und neueren Beobachtern, wie namentlich von *Stilling, Schröder v. d. Kolk, Clarke, Goll, mir* selbst, *Henle, Schwalbe* und vielen anderen unternommen worden. Am eingehendsten sind die neuesten Untersuchungen von *Waldeyer* über das menschliche und Gorillamark und diejenigen von *Otto Kaiser* über das Halsmark des Menschen und einer Reihe von Säugethieren. Alle diese Beobachtungen beziehen sich jedoch nur auf die Vertheilung, die Mengen, die Grösse und z. Th. auch auf die Formen der Nervenzellen und sind in dieser Beziehung sicherlich von grossem Werth, doch darf man nicht vergessen, dass dieselben ihre volle Bedeutung erst dann erlangen werden, wenn wir auch über die physiologische Bedeutung der einzelnen Zellen und Zellengruppen aufgeklärt sind. Das Rückenmark enthält nicht nur motorische Zellen der ventralen Wurzeln und mit der Funktion der Sensibilität im Allgemeinen zusammenhängende Elemente, vielmehr haben die neuesten Untersuchungen, wie in einem folgenden § ausführlich dargelegt werden soll, in diesem Organe eine bedeutende Zahl funktionell verschiedener Zellenkategorien aufgedeckt, wie Zellen, die den Fasern der verschiedenen Abtheilungen der Bauchstränge und der Seitenstränge den Ursprung geben, Zellen, deren Ausläufer die ventrale Kommissur durchlaufen und auf die entgegengesetzte Seite treten, Zellen ferner, die gar nicht in Strang- oder Kommissurenfasern übergehen u. a. m. Diese Zellen kommen zum Theil untereinander gemischt vor und ist es einer Zellengruppe nicht ohne genaue Prüfung anzusehen, was für Elemente sie birgt. Aus diesem Grunde können auch die sicherlich sehr verdienstlichen Arbeiten von *Kaiser*, die physiologischen Beziehungen der einzelnen Zellengruppen oder Kerne zu bestimmten Muskeln und Muskelgruppen einzig und allein aus gröber anatomischen Beziehungen abzuleiten, vorläufig nicht die Bedeutung beanspruchen, die solchen Untersuchungen einmal zuzuerkennen sein wird, wenn dieselben auf breiterer Basis sich aufbauen und auch von unbewiesenen Hypothesen sich fernhalten, als welche ich die auf die Beziehungen der Nervenzellen zu Farbstoffen sich aufbauenden betrachte, die bei *Kaiser* eine nicht berechtigte Rolle spielen.

Nach dem Bemerkten wird man es richtig deuten, wenn ich im Folgenden vor allem im Anschlusse an *Waldeyer* und z. Th. auch an *Kaiser* folgende Nervenzellengruppen im Marke aufstelle.

A. Nervenzellen der ventralen Hörner (Fig. 374, 376).

Hier kann man unterscheiden:

1. Die medialen Zellen, an der lateralen Seite des *Funiculus ventralis* gelegen, erstrecken sich durch die ganze Länge des Rückenmarkes und zerfallen wieder:

a) In die ventralen medialen Zellen, die mehr oberflächlich neben der Mitte des Bauchstranges gelegen sind und in

b) die dorsalen medialen Zellen, die tiefer und zu beiden Seiten der *Commissura alba* ihre Lage haben.

2. Die lateralen Zellen in den lateralen Theilen des ventralen Hornes. Zu diesen Elementen gehört:

a) der Acessoriuskern; sitzt bis zum 5. oder 6. Cervicalnerven ganz oberflächlich und seitlich im ventralen Horn (s. eine Figur bei der *Medulla oblongata*).

L

B

Z

Fig. 376.

b) Der laterale ventrale Kern geht nach *Waldeyer* durch das ganze Mark hindurch und ist im mittleren und proximalen Halsmarke gut ausgebildet. Im mittleren Dorsalmarke sind die beiden lateralen Gruppen nicht zu trennen.

c) Die laterale dorsale Gruppe ist die stärkste und besonders in der Hals- und Lendenanschwellung entwickelt und oft aus mehreren, 2—3 Gruppen zusammengesetzt.

Die Zellen der verschiedenen Abtheilungen der ventralen Hörner, die gewöhnlich als motorische bezeichnet werden, obschon nachweislich (siehe unten) nur ein Theil derselben mit den motorischen Wurzeln zusammenhängt, sind die meisten 67—135 μ gross, mit 11—18 μ grossen Kernen, meist unregelmässig

Fig. 376. Querschnitt des Halsmarkes eines zweijährigen Kindes, nicht ganz 10mal vergr. (*Weigert*, Pr. No. 11). Zellen im ventralen Horne in mindestens 5 Gruppen, mediale ventrale, mediale dorsale, laterale ventrale, laterale dorsale in 3 Gruppen. *L Lissauer*sche Randzone schmal, *B Burdach*'scher Strang, *Z Goll*'scher Strang. Collateralen aus dem dorsalen Strang in das ventrale Horn ungemein entwickelt, ebenso die Seitenstrangcollateralen und die Collateralen der dorsalen Wurzeln in der *Substantia gelatinosa*.

vieleckig, häufig durch Pigmentmoleküle mehr weniger braun gefärbt und mit 2—9 und noch mehr, anfangs häufig 9—11 μ dicken Protoplasmafortsätzen versehen, die bis auf 220—540 μ sich verfolgen lassen und schliesslich in feine Fäserchen auslaufen, die, kaum stärker als 0,5 μ, z. Th. in der grauen Substanz enden, z. Th. aber auch in die weisse Substanz eintreten und hier sich verlieren (siehe unten). Die Zellen der Abtheilung 1 b sind erheblich kleiner (30—50—80 μ) und gehören auch die meisten nicht den motorischen Wurzeln an.

B. Nervenzellen der dorsalen Hörner und der Mittelzone beider Hörner (Fig. 375, 376).

Hier finden wir:

1. Die Mittelzellen und zerstreuten Zellen (*Waldeyer*) im Grenzgebiete beider Hörner in der Höhe des Centralkanales und der *Clarke*'schen Säulen in wechselnder Menge. Diese Zellen sind multipolar und von mittlerer Grösse.

2. Die *Stilling*'schen Zellen oder *Clarke*'schen Säulen. Im ganzen Brusttheile des Markes von der distalen Hälfte der Halsanschwellung bis zum zweiten Drittheile der Lendenanschwellung findet sich an der lateralen Seite der ventralen Spitzen der dorsalen Stränge ein sehr deutlich abgegrenzter, auf Querschnitten rundlicher oder länglich runder Haufen von Zellen (Fig. 375 *g*), der von *Stilling* und *Clarke* zuerst beschrieben wurde (*Clarke*'s *posterior vesicular columns*) und von mir die oben vorangestellten Namen erhielt. Die Zellen dieser Säulen sind etwas kleiner als die der meisten ventralen Gruppen (von 45—90 μ) mehr rund, weniger gefärbt, im Uebrigen wie diese mit reich verästelten Ausläufern versehen. Nach neueren Untersuchungen (s. *Waldeyer*, Gorilla) sind die entsprechenden Zellen vereinzelt auch im proximalen Halsmarke und besser entwickelt in der distalen Lendengegend und im Sakralmarke zu finden.

3. Die Seitenhornzellen finden sich gut entwickelt nur in den zwei proximalen Drittheilen des Brustmarkes, die ein deutliches Seitenhorn zeigen, doch fehlen sie auch in den übrigen Abtheilungen nicht (*Waldeyer*) und bestehen aus mehr langgestreckten abgeplatteten Zellen von mittlerer Grösse. Im Cervical- und Lendenmarke, wo ein besonderes Seitenhorn fehlt, befinden sich diese Zellen in den sogenannten *Processus reticulares* im medianwärts vorspringenden Theile des Seitenstranges und sind nicht in die laterale ventrale Zellgruppe einbezogen, wie einige Autoren dies annehmen (s. *Waldeyer* l. c. S. 131 u. flgde.).

4. Die Zellen der *Substantia gelatinosa*, obgleich schon von *Stilling*, *mir*, *Gierke*, *H. Virchow*, *Golgi* gesehen, sind doch erst von *Ramón y Cajal* genauer beschrieben worden und ergeben sich als zahlreiche, in allen Theilen der genannten Substanz vorkommende kleinere Zellen, deren Gepräge sehr an Gliazellen erinnert.

5. Ausser diesen besonderen Haufen enthält die graue Substanz der dorsalen Hörner noch zerstreute einzelne grössere Zellen, die z. Th. den sogenannten motorischen in der Gestalt gleichen, z. Th. geringere Durchmesser haben.

Diese Zellen finden sich:

a) als Randzellen an der Grenze der *Substantia gelatinosa* gegen die dorsalen und Seitenstränge oder in der sogenannten Zonalschicht der dor-

salen Hörner von *Waldeyer* (spongiöse Zone der gelatinösen Substanz, *Lissauer*) und zeichnen sich durch ihre langgestreckte Spindelform und das Vorkommen von 2, höchstens 3 Ausläufern aus, von denen immer Einer auf weite Strecken ungetheilt verläuft und ein Nervenfaserfortsatz ist.

b) Als zerstreute Zellen überall in der grauen Substanz der dorsalen Hörner zerstreut grösser und kleiner bis zu solchen von 18 μ Grösse herab, alle mit verästelten mehrfachen Fortsätzen, die, abgesehen von der Grösse, wie die anderen beschaffen sind und daher keiner ausführlichen Beschreibung bedürfen.

Der Verlauf der stärkeren Ausläufer aller Nervenzellen des Markes ist theils wagerecht nach allen möglichen Richtungen, theils schief auf- und absteigend, selbst ganz senkrecht, und was ihre allgemeine Anordnung anlangt, so geht aus vergleichend anatomischen Thatsachen bei Wirbelthieren und aus *Schiefferdecker*'s Beobachtungen beim Hunde hervor, dass wenigstens die Zellen der ventralen Hörner in der Längsrichtung nicht gleichmässig vertheilt, sondern rosenkranzförmig angeordnet sind, woraus auf eine gewisse Gliederung des Markes geschlossen werden darf, in der Art, dass jeder motorischen Wurzel eine gewisse Anzahl Zellen zugetheilt ist. Inwiefern eine solche Segmentirung auch für die sensible Sphäre und die *Clarke*'schen Säulen gilt, ist noch zu untersuchen.

Die Nervenröhren der grauen Substanz sind so zahlreich, dass sie auf jeden Fall mehr als die Hälfte derselben ausmachen. Zugleich ergiebt eine Vergleichung derselben mit den Wurzelfasern die wichtige, von mir schon vor 40 Jahren hervorgehobene Thatsache, dass viele derselben in Lage, Verlauf und Feinheit so eigenthümlich erscheinen, dass sie unmöglich auf unmittelbare Verlängerungen der Wurzelfasern zurückzuführen sind (Mikr. Anat. II 1. S. 422). Massgebend waren für mich bei diesem Ausspruche besonders die ventralen Hörner und das Vorkommen feinster Fasergeflechte zwischen den bündelweise beisammenliegenden ventralen Wurzelfasern. So kam ich damals zu der Annahme besonderer Markfasern, welche durch die Untersuchungen der jüngsten Zeit, allerdings in eigenthümlicher Weise, ihre Bestätigung gefunden haben.

Lassen wir diese die ganze graue Substanz in allen Theilen durchziehenden feinsten Fasern bei Seite, so finden wir in derselben nachfolgende Fasergruppen.

1. Die Fortsetzungen der motorischen Wurzeln, die bündelweise oder mehr vereinzelt vor allem zu den Gegenden der ventralen Hörner verlaufen, in denen die motorischen Nervenkerne sich finden (s. unten).

2. Fasern, die in die *Commissura alba* eintreten, welche aus allen Gegenden des ventralen Hornes und auch aus den ventralen Theilen des Dorsalhornes abstammen.

3. Die Fasern der grauen Kommissur gehen in das dorsale Horn und gegen die Seitenstränge.

4. Fortsetzungen der Fasern der dorsalen Stränge, welche auf die sensiblen Wurzelfasern zu beziehen sind.

Diejenigen Fasern, die bisher in der *Substantia gelatinosa* und in den Dorsalsträngen für Elemente der sensiblen Wurzeln gehalten wurden, sind grossentheils besondere Markfasern, wie unten gezeigt werden soll.

Der Centralkanal (Fig. 376, 377 *g*), der stets der ventralen Fläche der grauen Kommissur näher liegt als der dorsalen hat bei 22—220 μ Weite eine rundlich bandartige oder dreieckige Gestalt und ein cylindrisches flimmerndes Epithel von etwa 22 μ Dicke. Im *Conus medullaris* rückt der Kanal gegen die dorsale Oberfläche und erweitert sich zum *Ventriculus terminalis* von *Krause* von 8—10 mm Länge, 0,6—1,0 mm Breite, 0,4—1,1 mm Tiefe. Verengert geht dann der Kanal in das *Filum terminale* über und endet in der Mitte desselben blind. Der Centralkanal liegt mitten in dem centralen grauen Kerne, *Stilling's Subst. gelatinosa centralis*, den ich mit *Virchow* zum Ependym zähle und den Verdickungen des Ependyms der Hirnhöhlen gleichsetze. Dieser Kern (Fig. 377), der in der Lendenanschwellung am stärksten ist und an erhärteten Präparaten auf Querschnitten bald ziemlich scharf begrenzt von birn-, schild- oder herzförmiger Gestalt erscheint, bald unmerklich in der benachbarten grauen Substanz sich verliert, was nach *Stilling* die Regel ist, besteht ganz und gar aus Neuroglia, über welche ein späterer § nachzusehen ist. Nicht selten ist der Centralkanal stellenweise obliterirt und durch eine reichliche Zellenwucherung ersetzt, unter welche Elemente besonders die von mir beschriebenen mehrkernigen Formen (Mikr. Anat. Fig. 125) gehören.

Fig. 377.

Das *Filum terminale* enthält, soweit dasselbe noch Inhalt hat, als Fortsetzung des Ependymfadens des Markes, neben dem Centralkanale eine graue, weiche Masse, die vorzüglich aus runden, 11—13 μ grossen, kernhaltigen, blassen Zellen besteht. Ausserdem finden sich im oberen Theile desselben zwischen den Zellen, die vielleicht z. Th. Nervenzellen sind, noch wirkliche dunkelrandige Nervenröhren von verschiedenen, meist geringen Durchmessern, ferner zahlreiche feine blasse Fasern, deren Bedeutung mir nicht klar geworden ist, nämlich ob sie Fortsätze von Zellen oder von den allerfeinsten Nervenfasern sind. Der untere Theil des Filum enthält beim Menschen keinen Theil mehr, der als Fortsetzung des Rückenmarkes selbst anzusehen wäre und besteht nur aus einem Bindegewebsstrange, der Verlängerung der *Pia mater* und dem Ende der *Art. spinalis ventralis* und Venen. Ausserdem ist zu erwähnen, dass das *Filum terminale* in seiner Umhüllung von der *Pia mater* auch Nerven enthält (Mikr. Anat. II 1), welche auch *Luschka* gesehen hat (Steissdrüse S. 81). *Rauber* hat in neuerer Zeit diese Nerven genauer verfolgt, auch in der Nähe des *Conus medullaris* Ganglienzellen in ihnen gefunden und dieselben für das 32. und 33. Nervenpaar erklärt (Morph. Jahrb. 1877).

Bei Thieren finden sich im Ganzen wohl ähnliche Verhältnisse, nur geht der *Canalis centralis* wie es scheint, überall bis ans Ende des Filum. Das Filum entsteht durch eine Wucherung, d. h. ein Längswachsthum der *Pars*

Fig. 377. Querschnitt des mittleren Theiles des menschlichen Rückenmarks aus der Lendengegend. *a* Ventralstränge, *b* Dorsalstränge, *c* weisse Kommissur, *d* ventraler Theil der grauen Kommissur, *e* dorsaler Theil derselben, *f* centraler Ependymfaden mit dem Centralkanale *g* und seinem Epithel.

coccygea medullae spinalis, welche zugleich nach und nach verkümmert und nur Rudimente des 32.—35. Nerven enthält. Die Lendenanschwellung füllt ursprünglich den ganzen Sakralkanal aus und zieht sich nach oben, weil und indem die Lumbosakralnerven und die Wirbelsäule rascher wachsen als das Mark.

§ 124.

Feinerer Bau des Markes.

A. Methoden zur Ermittlung des feineren Baues.

Der feinere Bau des centralen Nervensystemes ist sehr schwer zu erforschen und kann nur an der Hand mehrfacher Untersuchungsmethoden näher ergründet werden. Als die wichtigsten derselben haben sich in der neueren Zeit neben den längst üblichen Faserungspräparaten, den Serienschnitten und den verschiedenen Färbungsmethoden, unter welchen das *Weigert*'sche Verfahren obenan steht, folgende ergeben:

I. Die Untersuchung der ersten Entwicklung der Nervenfasern.

Nachdem schon seit Langem, seit den Beobachtungen von *Remak*, *Bidder* und *Kupffer* und *mir* selbst, vor allem gestützt auf die Untersuchung der Entwicklung der Elemente der motorischen Wurzeln, in hohem Grade wahrscheinlich geworden war, dass alle Nervenfasern als Ausläufer von Zellen des Gehirnes, Markes und der Ganglien sich entwickeln (5. Aufl. S. 334, m. Entwicklg. 2. Aufl. S. 621), gelang es dann *His* zuerst für die Spinalganglien und das Rückenmark durch direkte Beobachtung nachzuweisen, dass und wie die Nervenbildungszellen (Neuroblasten, *His*) einseitig in Nervenfasern auswachsen (Arch. f. Anat. 1883 und sächs. Ber. Bd. XIII, XIV, XV). Und da die Nervenzellen, wie es scheint, nur Einen nervösen Fortsatz besitzen und diese Ausläufer nach und nach schon als marklose Fäserchen (als sogenannte nackte Achsencylinder) in lang dahinziehende Nervenfasern auswachsen, so bietet die Verfolgung dieser embryonalen marklosen Fasern und ihrer allmählichen Entwicklung ein gutes Mittel dar, um über die Art und Weise der Entwicklung vieler Fasersysteme, über Zeit und Ort ihrer Entstehung, Richtung ihrer Ausbildung und über ihre Beziehungen zu anderen Systemen ins Reine zu kommen. Eine Reihe solcher Untersuchungen sind dann auch, schon vor *His*, von *Hensen* beim Rückenmarke und von *mir* beim Gehirne und Marke angestellt worden (Entw. 2. Aufl. S. 578—83, 594—599), welche zu einigen nicht unwichtigen Ergebnissen führten, unter denen ich nur die hervorhebe, dass nach meinen Erfahrungen die Nervenbahnen bei ihrem ersten Auftreten ein doppeltes Verhalten zeigen, indem die einen auf grossen Strecken gleichzeitig erscheinen, die anderen von bestimmten Punkten aus auf grössere Entfernungen weiter wachsen. Das erste fand ich beim ersten Auftreten der ventralen Stränge (d. i. der Ventralstranggrundbündel), sowie der dorsalen Stränge des Markes, die in der ganzen Länge des Markes auf einmal zum Vorschein kommen und gleichmässig sich verdicken, ferner bei der *Commissura alba*, deren Fasern alle im dorsalen Theile der grauen Substanz sich verlieren, und bei der ersten Anlage der Seitenstränge (Seitenstrangreste). Ganz dasselbe gilt auch für die

Fortsetzung der Ventralstranggrundbündel des Markes auf die *Medulla oblongata* bis in die Gegend des Mittelhirnes, welche Fasermassen beim Kaninchen stets vorhanden waren, sobald am Rückenmarke die ersten Spuren der Stränge sich vorfanden.

Ganz anders als diese Faserungen verhalten sich diejenigen im *Thalamus, Corpus striatum* und in den Hemisphaeren, die unzweifelhaft von einem beschränkten Punkte aus, allem Anscheine nach von den Basaltheilen des Hinterhirnes und Mittelhirnes, nach oben wuchern; dasselbe findet sich auch bei den Balkenfasern und gewissen Fasern des Opticus, die vom Gehirne aus in den primitiven Opticus hineinwachsen, und höchstwahrscheinlich auch bei den Pyramidenbahnen.

Diesen ersten Anfängen einer Bestimmung der Nervenbahnen auf Grund ihrer ersten Entwicklung hat dann *His* wichtige Thatsachen angereiht, unter denen die obenan steht, dass die sensiblen Wurzelfasern aus den Zellen der Ganglien der Kopf- und Rückenmarksnerven nach zwei Seiten hervorsprossen. Ferner fand *His*, dass die *Commissura alba* von Achsencylindern der dorsalen Neuroblasten der grauen Substanz gebildet wird und dass ein anderer Theil der Nervenzellen seine nervösen Fortsätze in die Stränge entsendet.

Endlich ist hier auch noch *Ramón* zu erwähnen, der bei Hühnerembryonen vom dritten Tage an mit der *Golgi*'schen Methode das Auftreten der Nervenfasern verfolgte und dem es so gelang, nicht nur die Herkunft der Neuroblasten, sondern auch das Wachsthum ihrer nervösen Fortsätze genau zu ermitteln.

Das Gesagte wird genügen, um zu zeigen, dass diese Methode bei weiterer Verfolgung noch schöne Ergebnisse verspricht.

II. Die Untersuchung der Entwicklung des Nervenmarkes bei Embryonen und jungen Geschöpfen seit *Flechsig*.

Dieser Beobachter hat gefunden, dass die Elemente anatomisch und physiologisch zusammengehörender Faserstränge, sogenannter Systeme (hier wäre meiner Meinung nach das Wort *Neurón* ganz passend anzuwenden), aus dem embryonalen primitiven Zustande nackter Achsencylinder zusammen in denjenigen markhaltiger Röhren übergehen und für das blosse Auge weiss werden. Zugleich ergab sich einmal, dass diese Markscheidenentwicklung bei verschiedenen Systemen in verschiedener Zeit auftritt, und zweitens, dass dieselbe in der Richtung von den Zellen gegen die Endigungen der mit denselben verbundenen Nervenfasern, somit cellulifugal fortschreitet. Bei den motorischen Bahnen geht aus diesem Grunde die Entwicklung des Nervenmarkes in der Richtung vom Gehirn gegen das Mark und die peripheren Nerven, somit centrifugal, bei den sensiblen Bahnen dagegen in umgekehrter Richtung, oder centripetal. In pathologischen Fällen werden die centrifugalen Bahnen bei Degenerationen in absteigender Richtung ergriffen, die centripetalen in aufsteigender.

Beim Marke des Menschen nun stellen sich nach der Reihenfolge ihres Weisswerdens geordnet in Folge der Untersuchungen von *Flechsig* folgende Systeme heraus, die in der Fig. 378 dargestellt sind:

1. Die Grundbündel der Ventralstränge (*cg*), welche bei 30—32 cm langen Embryonen ihr Mark erhalten.

2. Die Grundbündel der Dorsalstränge *(hg)*, die bei einer Länge der Früchte von 25 cm weiss werden.

3. Die Seitenstrangreste *(sr)*, die nach *Flechsig* in zwei Abschnitte sich zerlegen lassen und zwar in

a) die ventrale gemischte Seitenstrangzone, die von 25—35 cm Körperlänge an weiss wird und

b) die der lateralen Fläche des Dorsalhornes anliegende seitliche Grenzschicht der grauen Substanz, die bei ca. 32 cm Körperlänge ihr Mark erhält.

4. Die *Goll'*schen Stränge *g*, die bei Embryonen vom Ende des 6. bis zum Anfange des 7. Monates ihr Markweiss erhalten.

Fig. 378.

5. Die Kleinhirnseitenstrangbahn *(ks)*. Wird gegen Anfang des 7. Monates bei 35 cm langen Früchten weiss.

6. Die Pyramidenventralstrangbahn (*po*) und

7. die Pyramidenseitenstrangbahn (*ps*). Beide erhalten ihr Mark gegen Ende des 9. Monates bei einer Körperlänge von 48—50 cm.

Diesen Bahnen reihten sich dann durch spätere Untersuchungen noch an:

8. Die antero-lateralen Stränge (*al*) von *Gower*, die im 8. Monate ihr Mark erhalten.

Andere Unterabtheilungen, die von neueren Beobachtern vorgeschlagen wurden, übergehen wir und erwähnen wir nur noch mit *Edinger:*

Fig. 378. Schema der Rückenmarkstränge nach *Flechsig* und *Kahler*. *po* Pyramidenbauchstrang-, *ps* Pyramidenseitenstrangbahn, *vg* Bauchstranggrundbündel, *ks* Kleinhirnseitenstrangbahn, *al* Anterolateraler Strang, *sr* Seitenstrangreste, *g Goll'*scher Strang, *hg* Rückenstranggrundbündel.

9. Das ventrale Feld der Dorsalstränge dicht an der grauen Kommissur, welches wahrscheinlich ein eigenes Fasersystem enthält, weil es bei Tabes nie erkrankt.

10. Die seitliche Grenzschicht der grauen Substanz, welche direkte Fortsetzungen der sensiblen Wurzelfasern enthalten soll.

Die von *Flechsig* aufgestellten Fasersysteme verhalten sich in verschiedenen Gegenden des Markes verschieden und sollen nun noch an der Hand der von diesem Autor gegebenen Darstellungen (siehe die Schemata bei *Flechsig* Taf. XX) näher erörtert werden.

1. Fasersysteme in den ventralen und Seitensträngen. Dieselben zerfallen in lange und kurze Bahnen. Die langen Bahnen dienen zur Verbindung des Markes mit dem Gehirn und umfassen folgende Systeme:

a) Die Pyramidenbahnen verbinden gewisse Gegenden der Hirnrinde mit den Nerven der willkürlichen Muskeln und dienen der willkürlichen Bewegung. Die laterale Pyramidenbahn oder die Pyramidenseitenstrangbahn von *Flechsig* kreuzt sich mit der anderen in der Pyramidenkreuzung der *Medulla oblongata* und steht mit der entgegengesetzten Hirnhälfte in Verbindung, während die ventrale Pyramidenbahn oder die Pyramidenventralstrangbahn von *Flechsig* von der gleichseitigen Pyramide und Hirnhälfte abstammt, jedoch wahrscheinlich in der ventralen Kommissur des Markes eine Kreuzung erleidet und in die motorischen Nervenkerne der anderen Seite übergeht. Beide Bahnen zeigen nach *Flechsig* kein beständiges Verhältniss zu einander und sind in der *Medulla oblongata* die gekreuzten und ungekreuzten Bündel sehr verschieden entwickelt. Die ventrale Pyramidenbahn endet meist in der Mitte des Brustmarkes und ist nur selten bis zum Anfange der Lendenanschwellung zu verfolgen, während die laterale Pyramidenbahn unter allmählicher, an den Anschwellungen rascherer Abnahme bis zu dem 3.—4. Sakralnerven geht. Beide Bahnen leiten centrifugal und entarten nach Zerstörungen oder Durchschneidungen in derselben Richtung.

b) Die laterale Kleinhirnbahn oder die Kleinhirnseitenstrangbahn ist nur im Brust- und Halstheile nachgewiesen, umgiebt in den Seitensträngen oberflächlich die Pyramidenbahn und nimmt im Allgemeinen von unten nach oben an Mächtigkeit zu. Ihre Fasern gehen unmittelbar durch den *Pedunculus cerebelli* in das Kleinhirn ein, leiten centripetal und degeneriren in derselben Richtung nach Durchschneidungen. Höchst wahrscheinlich entspringen dieselben von Zellen der Dorsalhörner, besonders der *Clarke*'schen Säulen.

c) Die ventro-lateralen Stränge sind im ganzen Marke bis zum unteren Lendenmarke vorhanden. In der Fig. 378 stellen dieselben eine Zone dar, die vom ventralen Theile der Kleinhirnseitenstrangbahn theilweise bedeckt wird und weiter ventralwärts oberflächlich am Seitenstrange bis zur Austrittsstelle der ventralen Wurzeln reicht. Nach der Nomenklatur von *Flechsig* würde diese Bahn einen Theil seiner vorderen gemischten Seitenstrangzone darstellen. Die ventro-laterale Bahn

nimmt von unten nach oben an Mächtigkeit zu und degenerirt aufsteigend. Ursprung und Ende ihrer Fasern sind nicht bestimmt festgestellt.

Kurze Bahnen der ventralen und Seitenstränge sind folgende:

a) Die Grundbündel der Ventralstränge. Dieselben liegen lateralwärts von der ventralen Pyramidenbahn und zeigen Grössenschwankungen im Zusammenhange mit den durchtretenden Wurzeln und den Abständen derselben von einander.

b) Die Seitenstrangreste zeigen in ihren beiden Abtheilungen keine grösseren Schwankungen. Beide Bahnen a und b enthalten Fasern, die nur auf kürzere Strecken verlaufen und von denen angenommen werden darf, dass sie Bindeglieder benachbarter Abschnitte des Markes darstellen. Nach Durchschneidungen entarten sie auf- und absteigend aber nur auf kurze Strecken.

2. Die Fasersysteme der Dorsalstränge.

a) Die *Goll*'schen Stränge enthalten lange Bahnen, die als unmittelbare Fortsetzungen eines Theiles der sensiblen Wurzelfasern das ganze Mark durchlaufen und von unten nach oben zunehmen. Ihre Fasern leiten centripetal, degeneriren aufsteigend und enden an den Kernen der zarten Stränge.

b) Die Dorsalstranggrundbündel oder *Burdach*'schen Stränge wechseln in ihrer Dicke mit der Stärke der Wurzeln. Dieselben scheinen die kurzen Bahnen zu enthalten, die in den Dorsalsträngen vorhanden sind, wie sich daraus ergiebt, dass nach Durchschneidung von sensiblen Wurzeln das entartete Querschnittsfeld nach oben immer kleiner wird.

III. Die Untersuchung des Faserverlaufes im embryonalen Marke nach der *Golgi*'schen Methode.

Nachdem *Golgi* zuerst darauf gekommen war, das embryonale centrale Nervensystem nach seiner Silbermethode zu behandeln und dabei gefunden hatte, dass in demselben die noch marklosen Nervenfasern aufs zierlichste sich schwarz färben, ebenso wie die nervösen und anderen Fortsätze der Nervenzellen und nachdem an solchen Objekten sehr wichtige Thatsachen sich herausgestellt hatten, wie die von zwei Arten von Nervenzellen und von der Abgabe zahlreicher Seitenästchen (Collateralen) durch alle longitudinalen Strangfasern des Markes, wurde dann diese Methode zuerst durch *Ramón y Cajal* und durch *mich*, später durch *v. Gehuchten*, *v. Lenhossek* und *Retzius* u. A. weiter verwerthet und ist jetzt als die wichtigste von Allen zu bezeichnen, wenn es sich darum handelt, den feineren und feinsten Bau des Nervensystems zu ermitteln, wie in einem späteren § ausführlich gezeigt werden soll. Ausserdem leistet aber die *Golgi*'sche Methode auch noch sehr Bedeutungsvolles, wenn es sich darum handelt, die Fasersysteme des centralen Nervensystems und ihre Entwicklung zu ermitteln, in welcher Beziehung hier vorläufig nur folgendes erwähnt werden soll. Da die *Golgi*'sche Methode alle markhaltigen Fasern ungefärbt lässt und nur die nackten Achsencylinder aufdeckt, sind solche Präparate, z. B. vom Rückenmarke, sehr geeignet zur Verfolgung des Auftretens der markhaltigen Fasern, namentlich wenn man neben solchen Präparaten auch nach *Weigert* gefärbte zur Ver-

gleichung benützt. So sind z. B. bei einem Embryo von 7 Monaten an einem *Weigert*'schen Präparate alle Stränge des Markes aus dunkelrandigen Fasern zusammengesetzt, mit Ausnahme der Pyramiden, Pyramidenbahnen und der Randzone von *Lissauer* (Fig. 379), während bei einem gleichalten, nur nach *Golgi* behandelten Schnitte diese Stränge allein dunkelgefärbte Achsencylinder zeigen, alle anderen Stränge dagegen ungefärbt sind.

Fig. 379.

Weiter lassen sich *Golgi*'sche Präparate auch mit Erfolg verwerthen, um das erste Auftreten der marklosen Nervenfasern zu studiren, wie oben schon angedeutet wurde. Hierbei kann neben der Bildung der Nervenfasern auch das erste Erscheinen der Stränge verfolgt werden. Als Beispiel erwähne ich hier vom menschlichen Embryo folgendes. Bei einem Embryo von vier Monaten

Fig. 379. Halsmark eines menschlichen Embryo von 7 Monaten von 5,0 mm grösster Breite und 4,7 mm im mittleren sagittalen Durchmesser, 22 mal vergr. (*Weigert*). Pyramidenventralstrangbahn und Pyramidenseitenstrangbahn mit nur wenigen myelinhaltigen Fasern. Im Ventralhorne 2 grosse und ein kleines Zellennest. Accessorius deutlich. Im Dorsalstrange der Fasc. gracilis heller mit wenig entwickelten Markscheiden.

(Fig. 388 § 125) sind von den Strängen nur folgende angelegt: Von den Dorsalsträngen die ventralsten Theile und die laterale Seite, ferner die Grundbündel der ventralen Stränge schwach und die Seitenstrangreste. Seitlich und an der ventralen Seite bilden diese Anlagen ein halbmondförmiges Feld, das seine grösste Breite in der Gegend der Ausgangsstelle der dorsalen Hörner hat, unmittelbar an die graue Substanz angrenzt und die Oberfläche des Markes namentlich auch in der Gegend der *Fissura ventralis* freilässt, so dass es den Anschein hat, als ob der ventro-laterale Strang und der Kleinhirnseitenstrang noch nicht angelegt wären, was jedenfalls von den Pyramidenbahnen gilt. Bei einem Embryo vom 6. Monat (Fig. 386) fehlen nur noch die letztgenannten Bahnen, während alle Anderen angelegt sind.

Weigert'sche Präparate anlangend bemerke ich zum Schlusse noch, dass dieselben für sich allein vollkommen genügend sind, um eine gute Anschauung über die allmähliche Entwicklung des Markweisses zu geben und ist eine Serie solcher der Untersuchung frischer Embryonen von blossem Auge bei weitem vorzuziehen, indem derartige Präparate nicht nur eine ganz genaue Bestimmung der markhaltigen und marklosen Theile gestatten, sondern auch über die allmähliche Ausbildung des Markmantels der Achsencylinder, die grössere oder geringere Dicke desselben, gute Anschauungen geben.

Zum Studium der ersten Entwicklung der Nervenfasern und ihrer Systeme sind *Weigert*'sche Präparate dagegen nicht verwerthbar und kommen hier einzig und allein *Golgi*'sche Präparate in Betracht.

Die ausschlaggebenden Untersuchungen über den feinsten Bau des Rückenmarkes verdanken wir in erster Linie *Camillo Golgi*, der seine Erfahrungen in folgenden Abhandlungen niederlegte:

I. Studi istologici sul midollo spinale, Communicatione fatta al terzo congresso freniatrico italiano tenuto in Reggio Emilia nel Settembre 1890, Milano, Fratelli Richiedei 1881; auch in Rendiconto di questo congresso in Arch. ital. per le malattie nervose anno 18⁰ Fasc. I 1881, ferner in Giorn. internaz. d. sc. mediche Ann. III, separat bei *E. Decken*, Rom 1881, 15 St. II. La cellula nervosa motrice in Atti del IV. Congr. freniatrico italiano tenuto in Voghera nel Settembre 1883, separat Milano 1884, 6 Seiten. III. Sulla fina anatomia degli Org. centr. del Sistema nervoso, Milano 1886, passim (pg. 38, 40, 44, 177, pg. 213 Anm. Fig. 28). IV. Ueber den feineren Bau des Rückenmarks in Anat. Anz. 1890 S. 372 und 423. V. Einige Zusätze in *S. L. Schenk*, Elementi di Istologia umana, Trad. del Dr. A. Monti, Milano 1889, pg. 92–97. VI. Artikel „Nervensystem" in Ergebnisse der Anatomie und Entw. von *Merkel* und *Bonnet*. Bd. I 1891 St. 256—328. VII. La rete nervosa diffusa degli org. centr. d. Syst. nerv. c. suo significato fisiologico in Rendiconti del R. Ist. Lombardo Ser. II Vol. XXIV. P. VIII, IX, 1891.

Die Hauptentdeckungen und Annahmen von *C. Golgi* sind folgende:

a) Der Nachweis von zwei Arten von Nervenzellen,
b) Die Beobachtung von Seitenästchen an den longitudinalen Fasern aller Stränge, den später so genannten Collateralen, die in der grauen Substanz sich fein verästeln,
c) Die Entdeckung ähnlicher fein verzweigter Aestchen an den nervösen Fortsätzen vieler Zellen,
d) Das Auffinden von Zellen, der sogenannten Strangzellen, deren nervöse Fortsätze in die longitudinalen Strangfasern der ventralen und Seitenstränge der nämlichen oder durch die *Commissura alba* in die der andern Seite übergehen,
e) Die Beobachtung, dass die sensiblen Wurzelfasern in der grauen Substanz sich fein verästeln,

f) Die Annahme eines diffusen Nervennetzes, welches die graue Substanz des gesammten centralen Nervensystemes durchziehe und sich zusammensetze aus allen bei a, b, c und e genannten feinen Verästelungen.

g) Die Aufstellung, dass die Protoplasmafortsätze nicht in Nervenfasern übergehen, vielmehr an die Gliazellen und Blutgefässe sich ansetzen und wahrscheinlich zur Ernährung der Nervenzellen in Beziehung stehen.

Diese so äusserst wichtigen Beobachtungen von *Golgi* waren, ausser in Italien, ganz unbekannt und unbeachtet geblieben und erachte ich es als mein Verdienst, im Jahre 1887 zuerst die grosse Bedeutung derselben betont und dieselben bei uns bekannt gemacht zu haben, nachdem ich im April *Golgi* in Pavia besucht hatte (Sitzungsbericht der Würzb. phys.-med. Gesellschaft v. 21. Mai 1887 und Anat. Anzeiger 1887 Nr. 15). Seit dieser Zeit habe ich die *Golgi*'sche Methode weiter verfolgt und seit dem Jahre 1889 folgende mit derselben angestellte Untersuchungen veröffentlicht:

I. Ueber die Einwirkung der *Golgi*'schen Methode auf Ganglien und über den feineren Bau des Cerebellum im Würzb. Ber. v. 23. Nov. 1889. II. Ueber den feineren Bau des Rückenmarks in Würzb. Sitzungsberichten v. 8. März 1890. III. Ueber den feineren Bau des Rückenmarks menschl. Embryonen, Ebenda, 12. Juli 1890. IV. Zur feineren Anatomie des centralen Nervensystems. Erster Beitrag. Das Kleinhirn, in Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 49, 1890, S. 663—689, 4 Taf. V. Zweiter Beitrag. Das Rückenmark, Ebenda Bd. 51 1890, 54 S., 6 Taf. VI. Der Bau des verlängerten Markes, Anat. Anz. 1891 S. 427. VII. Eröffnungsrede beim 5. anat. Kongresse in München 1891 über die Beziehungen der nervösen Elemente zu einander.

Mittlerweile war im Jahre 1889 ein neuer tüchtiger Forscher *D. Santjago Ramón y Cajal* in die Arena getreten. Die Untersuchungen desselben über das Mark wurden in gänzlicher Unkenntniss der oben erwähnten früheren Veröffentlichungen von *Golgi* aus den Jahren 1880 und 1881 unternommen und haben daher, wenn sie auch jetzt einem guten Theile nach nur als Bestätigungen des von *Golgi* Gefundenen erscheinen, doch als ganz selbständige Arbeiten zu gelten. Ausserdem haben dieselben auch z. Th. zu Erweiterungen der Beobachtungen von *Golgi*, z. Th. zu neuen und abweichenden Ergebnissen geführt. Die auf das Mark sich beziehenden Arbeiten von *Ramón y Cajal* sind ausser seinem Manual de Histologia normal 1889 (692 S. 203 Holzschnitte) folgende:

I. Contribucion al Estudio de la Estructura de la Médula espinal in Rivista trimestrial de Histologia normal y patológica 1⁰ Marzo 1889 pg. 78—106 Pl. XXI. II. Sur l'origine et les ramifications des fibres nerveuses de la moëlle embryonnaire avec 8 figures. Anat. Anz. 1890 S. 78—85 und S. 111—119. III. Conexión general de los elementos nerviosos in La medicina práctica 2. Oct. 1889 Nr. 88 pg. 341—346. IV. Nuevas observationes s. l. Estruct. d. la médula espinal d. l. mammiferos in Trabajos del Labor. anat. d. l. Fac. d. Medicina, 1 Abril 1890 p. 1—27, 7 Abbildungen. V. La médula esp. d. l. reptiles und La sustancia gelatinosa de Rolando. Ebenda 20. Agosto 1891 S. 23—43. VI. Réponse à *Mr. Golgi*. Anat. Anz. 1890, 20. Okt. VII. A quelle époque apparaissent les expansions des cellules nerveuses du poulet avec 7 Fig. Anat. Anz. 1890 Nr. 2 S. 609—613. VIII. Nuevo concepto de la Histologia le los centros nerviosos, Barcelona 1893, 68 S., 23 Fig.

Die wichtigsten von *Ramón* gefundenen Thatsachen sind:

1. Die Theilung der sensiblen Wurzelfasern.
2. Genaue Beschreibung der Collateralen und ihrer Verbreitung.
3. Lässt derselbe alle Collateralen und überhaupt alle in der grauen Substanz nicht mit Zellen verbundenen Nervenfasern frei enden und leugnet das Vorkommen des *Golgi*'schen Netzes.
4. Lässt er viele Strangfasern in die graue Substanz eintreten und da enden.
5. Giebt er eine ausführliche Schilderung des Verhaltens der Strangzellen zu den Strängen und den Kommissuren.
6. Beschreibt er die erste Entwicklung der Nervenzellen im Marke des Embryo.
7. Die Gesammtanschauung von *Ramón* kommt darauf hinaus, dass die verschiedenen nervösen Elemente oder Neurodendren nur durch Kontakt auf einander wirken.

Den grossen Verdiensten von *Golgi* und *Ramón* gegenüber vermag ich von mir nur das zu betonen, dass ich der erste war, der die auffallenden neuen Beobachtungen dieser Forscher durch ausführliche Untersuchungen als richtig erwies und manche Einzelnheiten weiter ausführte und genauer feststellte. Ferner gelang es mir alle neuen Funde auch beim menschlichen Embryo nachzuweisen. Nach mir wurde dann die Untersuchung des Nervensystems nach der *Golgi*'schen Methode sehr bald weiter verfolgt durch *v. Gehuchten*, *Retzius*, *M. v. Lenhossek*, *Sclavunos*, *C. Sala*, *Pedro Ramón*, *Lavdowsky* und die Kenntniss der feinen Struktur des Markes immer weiter verfolgt. Die Arbeiten dieser Forscher über das Rückenmark sind niedergelegt in folgenden Abhandlungen:

V. Gehuchten: I. Annales de la soc. belge de Microscopie T. XV. 1891, Les découvertes récentes d. l'anat. et l'hist. d. syst. nerveux pg. 113; II. La moëlle épinière et le cervelet in La Cellule VII fasc. 1 1891 44 S. 3 Tafeln.

V. Lenhossek: I. Ueber Nervenfasern in hinteren Wurzeln, welche aus dem Vorderhorn entspringen. Anat. Anz. 1890 Nr. 13; II. Neue Forschungen über d. feinern Bau d. Nervensystems. Correspondenzblatt d. Schweiz.Aerzte 1891 S. 489; III. Ursprung, Verlauf u. Endig. d. sensibl. Fasern bei Lumbricus. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXX 1892; IV. Zur Kenntniss der ersten Entstehung der Nervenzellen und Nervenfasern beim Vogelembryo. Verhandl. d. X. internat. med. Kongr. Berlin 1890 Bd. II S. 115; V. Beobachtungen an den Spinalganglien und dem Rückenmarke von Pristiurusembryonen. Anat. Anz. VII 1892 S. 519; VI. Ueber den Verlauf der Hinterwurzeln im Rückenmark. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 33 1889 S. 71, Bd. 34 1890 S. 157, ferner Hinterwurzeln und Hinterstränge in Verhandl. d. Nat.-Ges. in Basel 1890 S. 86; VII. Zur Kenntniss d. Neuroglia d. menschl. Rückenmarks in Verh. d. Anat. Ges. 1891, S 193—221, 19 Holzschn.; VIII. Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen in Fortschr. d. Medizin 1892, 139 S., 33 Fig. im Text, 4 Tafeln.

Retzius: I. Zur Kenntniss des centr. Nervensystems v. Amphioxus und Myxine glutinosa. Biol. Unters. N. F. II S. 27—53 Taf. XI—XVI 1891; II. Ueber Ganglienzellen d. Cerebrospinalganglien v. Myxine und Anguis fragilis und über subcutane Ganglienzellen v. Myxine. Biol. Unters. N. F. I 1890 S. 97 Taf. XVIII; III. Zur Kenntniss der Ependymzellen der Centralorgane in Verh. d. Biolog. Ver. in Stockholm Bd. VII 1891 Nr. 13 S. 103—116, 13 Fig. im Text; IV. Zur Kenntniss d. Ganglienzellen der Spinalganglien in Biol. Unters. N. F. IV 1892 S. 59, 3 Figuren.

P. Ramón: Las fibras colaterales de l. sust. blanca en la médula de las larvas de batracios in Gaz. sanit de Barcelona 1890.

Cl. Sala: Estructura de la médula espinal de los batracios. Barcelona 1892.

G. L. Sclavunos: Beitr. z. fein. Anat. d. Rückenmarkes der Amphibien in Festschrift f. *Koelliker* 1892.

M. Lavdowsky: Vom Aufbau des Rückenmarks in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 38 1891 S. 264.

Alle diese Arbeiten werden in den folgenden §§ nur unter den Namen der Autoren und der beigesetzten Nummer citirt werden.

§ 125.

Feinerer Bau des Markes im Einzelnen.

B. Rückenmark von Embryonen und jungen Geschöpfen.

Behandelt man das Mark von Embryonen und Neugeborenen nach der *Golgi*'schen Methode, so treten Thatsachen hervor, welche die Untersuchung des Markes erwachsener Geschöpfe auch nicht von ferne ahnen lässt und wird jede Untersuchung des Markes in Zukunft von solchen Objekten auszugehen haben.

An der Stelle von markhaltigen Nervenfasern finden sich an solchen Präparaten bei jüngeren Embryonen im ganzen Marke, bei älteren und Neugeborenen wenigstens an vielen Stellen durch Silber geschwärzte marklose Fäserchen oder nackte Achsencylinder von ausnehmender Zartheit und Zierlichkeit. In den Strängen messen dieselben 1—2 μ, in der grauen Sub-

stanz z. Th. ebensoviel, z. Th. sind dieselben hier von der grössten Feinheit bis zum Unmessbaren. Viele dieser Fäserchen sind in ihrem Verlaufe überall gleich breit, andere zeigen grössere oder kleinere Varicositäten, wie man sie auch an anderen nackten Achsencylindern sieht (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 43 Taf. I Fig. 3), welche sowohl an den Stammfasern als und vor allem an den letzten Endigungen vorkommen. Ausserdem sind zu beachten dreieckige kleine Anschwellungen, die an den Abgangsstellen von Aesten sehr häufig sind.

In einzelnen Fällen färben sich bei der schnellen *Golgi*'schen Methode auch eine gewisse Zahl markhaltiger Fasern und zwar röthlich. Am häufigsten sah ich dies an den hinteren Wurzeln bei Neugeborenen, kleinen Säugern und bei Thieren aus den ersten Wochen nach der Geburt, hie und da auch an den longitudinalen Fasern der weissen Substanz besonders der Dorsalstränge, und in der *Medulla oblongata* besonders an den Elementen der aufsteigenden Trigeminuswurzel und an den Wurzeln des Acusticus.

Wie die marklosen Fasern so färben sich durch Silber auch die Nervenzellen und die Zellen der Neuroglia. An den ersteren sind die nervösen Fortsätze meist untadelig und leicht zu verfolgen, dagegen zeigen die Dendriten häufig unregelmässige Auflagerungen und ebenso die Ausläufer der Gliazellen, Bildungen, die ich nicht als naturgemässe anerkennen kann.

Bei Schilderung der mit dieser Methode gewonnenen Ergebnisse beginne ich mit der weissen Substanz.

1. Dorsale Wurzeln und Dorsalstränge.

Die dorsalen Wurzeln treten jede mit zahlreichen kleinen Bündelchen leicht aufsteigend in der dorsalen Seitenfurche in das Mark ein und wenden sich dann medianwärts gegen den Dorsalstrang, wobei dieselben früher oder später, d. h. näher oder entfernter von der Medianebene, gabelförmig sich theilen in der Art, dass die Nervenfasern derselben in je zwei Fasern, eine proximale und eine distale zerfallen. Die Theilungen finden beim Menschen und den Säugern unter sehr stumpfen Winkeln von ungefähr 150—160^0 statt (Figg. 380, 381) und da die Fasern eines Wurzelbündelchens in der Regel in einer und derselben Höhe sich spalten und die Theilungsäste ihren schiefen Verlauf eine Zeit lang beibehalten, so zeigen die oberflächlichen Theile der Dorsalstränge einen eigenthümlichen Faserverlauf, den die Fig. 380 getreu wiedergiebt. Im weiteren Verlaufe strecken sich dann allerdings diese Fasern und werden zu reinen Längsfasern, wie sie in den tieferen Theilen des Dorsalstranges vorwiegend oder allein vorkommen.

Genauer bezeichnet senken sich die dorsalen Wurzeln in der Gegend des lateralen Abschnittes der *Substantia gelatinosa* in den Theil des Dorsalstranges ein, der, obschon längst bekannt (S. m. Mikr. Anat. II. 1, p. 420 Fig. 129*a*, Gewebelehre alle Auflagen, 5. Aufl. Fig. 183), jetzt von *Lissauer* als Randzone und von *Waldeyer* als „Markbrücke" bezeichnet wird (Fig. 376). Hier theilen sich die Wurzelbündel in zwei Abschnitte, einen schwächeren lateralen Theil, der in der Richtung gegen die dorsale laterale Ecke der *Substantia gelatinosa* zieht und einen stärkeren medialen, der mitten in der Randzone gegen den eigentlichen Dorsalstrang verläuft. Im lateralen Bündel theilen sich die Wurzelfasern ziemlich alle an derselben Stelle, im medialen dagegen verbreiten sich dieselben ziemlich über den ganzen Raum zwischen der Eintrittsstelle der

sensiblen Wurzel und dem eigentlichen Dorsalstrange, nehmen dagegen im Diameter dorso-ventralis mehr den ventralen Theil der Randzone ein, während der dorsale von einem Saume longitudinaler Fasern gebildet wird, dessen Mächtigkeit (Dicke) von unten nach oben zunimmt. Die Theilungen finden sich hier über eine grössere Zone verbreitet, immerhin bleiben auch hier die proximalen und distalen Fasern, die aus denselben hervorgehen, bündelweise beisammen und verflechten sich so durcheinander, dass auf Querschnitten eine zierliche Abwechselung von Faserbündelchen entsteht, die in zwei schiefen Richtungen verlaufen.

Eine in neuester Zeit vorgenommene Prüfung der Theilungsstellen der sensiblen Wurzelfasern bei menschlichen Embryonen von 4 und 6 Monaten hat

Fig. 380.

Fig. 381.

mir gezeigt, dass die lateralen unter denselben erst in der *Substantia gelatinosa* sich theilen und zwar erreichen einige Wurzelbündel selbst die mittleren und noch etwas weiter ventral gelegene Theile derselben. Die Theilungsstellen zeichnen sich in der *Rolando*'schen Substanz durch eine Querreihe gabelförmig gespaltener kurzer Bündelchen aus, die in halber Höhe des Dorsalstranges und z. Th. in der Gegend des Abganges des grossen collateralen Bündels aus dem Dorsalstrange, z. Th. dorsalwärts von demselben ihre Lage hat. Im weiteren Verlaufe schliessen sich die aus diesen Theilungen hervorgehenden Fasern vor allem dem Dorsalstrange an, immerhin liess sich vorläufig nicht ermitteln, ob nicht

Fig. 380. Theilungen der sensiblen Wurzelfasern beim Eintritte in das Mark. Vom Lendenmark eines menschlichen Embryo von 6 Monaten. (*Golgi*, mittl. Vergr.)

Fig. 381. Eine Anzahl Wurzelfasern der Fig. 380, starke Vergr.

einzelne derselben innerhalb der *Substantia gelatinosa* verbleiben und in die oben geschilderten Längsbündel der dorsalen Hörner übergehen, oder vielleicht den Seitensträngen sich anschliessen.

Die eben besprochenen Verhältnisse finden sich z. Th. in einem schematischen Querschnitte von *Edinger* (3. Aufl. Fig. 109 Fasern 4—5) dargestellt und auch im Texte (S. 138) von Säugethieren erwähnt. Und *v. Lenhossek* (Nr. VII) berichtet, dass an einer Serie von Sagittalschnitten aus dem menschlichen Marke, der seine Fig. 22 entnommen sei, es den Anschein habe, als beständen einige andere Faserbündel, die die *Rolando*'sche Substanz in ihrer medialsten Abtheilung durchsetzen, nicht aus Collateralen, sondern aus noch ungetheilten Wurzelfasern und als erfolgte deren Theilung erst weiter ventralwärts jenseits der *Rolando*'schen Substanz oder in deren ventralstem Abschnitte, bei welcher Bemerkung *v. Lenhossek* ebenfalls an die Längsbündel der dorsalen Hörner erinnert.

Eine wichtige Frage ist die, ob Alle sensiblen Wurzelfasern sich theilen, die natürlich nur an der Hand viel umfassenderer Untersuchungen, als sie mir zu Gebote stehen, mit einiger Wahrscheinlichkeit beantwortet werden könnte. Ich muss mich sonach darauf beschränken, zu sagen, dass ich bis anhin diese Theilungen nur untersuchte vom Lenden- und Halsmarke menschlicher Embryonen des 4., 5. und 6. Monates, vom Lendenmarke eines Rindes von 20 cm Länge, vom Halsmarke eines Schafes von 22 cm und vom Dorsalmarke und Halsmarke neugeborener Kaninchen und Katzen, und dass ich in allen diesen Fällen keine Wurzelfaser zu finden im Stande war, die sich nicht getheilt hätte. In der That verstärken auch gute Präparate, wie diejenigen der Fig. 380, mit ihren regelmässig nach zwei Seiten ausstrahlenden Astbüscheln diesen Eindruck. Immerhin kann auch ich nicht weiter gehen als *Ramón y Cajal*, der beim Hühnchen von acht Tagen sich ebenfalls dahin ausspricht, dass er zwar nur Theilungen der sensiblen Wurzelfasern gesehen habe, aber doch nicht im Stande sei zu behaupten, dass nicht auch andere Verhältnisse derselben vorkommen. In grossem Widerspruche zu *meinen* und *Ramón*'s Angaben steht *Golgi*, der neuerdings behauptet, dass Theilungen der sensiblen Wurzelfasern die Ausnahme, ein ungetheilter Eintritt die Regel darstelle (Nr. VII, Separatabdruck S. 12). So weit zu gehen, ist nach den vorliegenden Beobachtungen, zu denen auch diejenigen von *v. Gehuchten* und *v. Lenhossek* kommen, ganz unmöglich und verweise ich ausser auf Fig. 380 vom Menschen noch auf die Figg. 1 und 2 meiner Rückenmarksarbeit vom Schafe und Rinde. Der Angabe von *v. Lenhossek*, dass in den wenigsten Fällen die beiden Theilungsäste der sensiblen Wurzelfasern von gleicher Stärke seien, vielmehr der distale Ast dünner sei, vermag ich, gestützt auf meine Präparate, mich nicht anzuschliessen. Ich finde, dass in der Regel beide Aeste gleich stark sind, hie und da bald der eine, bald der andere etwas feiner.

Die weiteren Schicksale der Aeste der sensiblen Wurzelfasern anlangend, so wäre es von ungemeiner Bedeutung, genau zu wissen, wie dieselben sich verhalten, da dann auch der Verlauf und die Endigungen der Fasern der Dorsalstränge bekannt wären, welche Stränge allem Anscheine zufolge wesentlich, ja vielleicht allein, aus diesen Wurzelfasern sich zusammensetzen. Wenn ich hier von Dorsalsträngen rede, so meine ich nicht nur die gewöhnlich sogenannten Stränge, sondern auch die oben erwähnte zusammenhängende Lage weisser Sub-

stanz, die, oberflächlich an der *Substantia gelatinosa* gelegen, die Dorsalstränge mit den Seitensträngen verbindet. In diese Lage, oder die Randzone der Hinterhörner, die zum Theil der *Lissauer*'schen Randzone entspricht, strahlen von der lateralen Seite her die dorsalen Wurzelfasern ein, um sich innerhalb derselben ziemlich in ihrer ganzen Breite bis zu den eigentlichen Dorsalsträngen hin in oben geschilderter Weise in auf- und absteigende Elemente zu theilen. Diese Art des Eintrittes der sensiblen Wurzeln ist wesentlich verschieden von derjenigen, die bei Erwachsenen sich findet und hängt davon ab, dass bei Embryonen das Dorsalhorn und vor allem die *Substantia gelatinosa* eine ungemeine Breite und Mächtigkeit besitzt (vgl. die Fig. 385, 386). Dieselbe hängt mit der verschiedenen Ausbildung der grauen und weissen Substanz im Allgemeinen zusammen, die, wie man längst weiss, so geschieht, dass im fötalen Marke erst die graue Substanz vorwiegt und dann nach und nach gegen die weisse zurücktritt.

Um nun auf die oben berührte Hauptfrage zu kommen, so hat *Ramón y Cajal* in seinen ersten Mittheilungen dieselbe offen gelassen, genauer bezeichnet erklärt, dass er nicht wisse, wie die Theilungsäste der sensiblen Wurzelfasern enden; doch sei es ihm gelungen, einzelne derselben beim Hühnchen bis auf 2 mm Länge zu verfolgen, ohne ein Ende zu finden. Hierzu bemerkt *Ramón y Cajal*, dass beim Hühnerembryo von 10—12 Tagen 2 mm mehr betragen, als die Entfernung dreier Wurzeln von einander, und dass diese Grösse auf ein erwachsenes Säugethier übertragen, mehreren Centimetern entspreche. Ausserdem fügt dieser Gelehrte noch bei, dass es ihm einige Male vorgekommen sei, als ob die Theilungsäste nach einem Verlaufe von 1 mm das Bestreben zeigten, sich einwärts zu begeben und der Substanz von *Rolando* sich zu nähern, ein Verhalten, von dem er nicht wisse, ob es zufällig war, oder als ein Anzeichen zu betrachten sei, dass die betreffenden Fasern in der benachbarten grauen Substanz endigen (Nr. I, p. 92).

Den oben genannten Punkt anlangend möchte ich einfach auf meine Fig. 380 verweisen, welche beim Menschen das allmähliche Eintreten aller Theilungsfasern der Wurzeln in tiefere Schichten zeigt und vermuthen, dass auch beim Hühnchen bei einer gewissen Schnittrichtung Aehnliches zu sehen sein wird. Die wirklichen Endigungen sensibler Theilungsfasern habe ich an Längsschnitten bei Säugethierembryonen in so vielen Fällen gesehen, dass ich über gewisse Verhältnisse derselben ganz ins Reine kam, während allerdings andere mir unklar blieben. Wenn ich eben sagte, dass ich Endigungen der sensiblen Theilungsfasern beobachtete, so ist dies allerdings nicht ganz wörtlich zu nehmen, indem, was ich sah, einfach Endigungen von Längsfasern der Dorsalstränge waren. Da jedoch diese Längsfasern wesentlich, ja vielleicht ausschliesslich aus Wurzelfasern sich aufbauen, so war obiger Ausdruck wohl gestattet. Das was ich beobachtete, ist einfach Folgendes: Längsfasern der Dorsalstränge biegen unter rechtem Winkel um und treten in die *Substantia gelatinosa* ein, um schon innerhalb dieser oder jenseits derselben in der *Substantia spongiosa* in feine Aeste sich aufzulösen und genau so sich zu verhalten, wie die später zu beschreibenden collateralen Aeste der Strangfasern. Diese Umbiegungen finden sich im Ganzen genommen nicht häufig, und vermochte ich auch noch nicht zu bestimmen, ob nur an caudalwärts oder auch an cerebralwärts verlaufenden Fasern.

Meist waren diese umgebogenen Fasern feiner als ihre Stammfasern und charakterisirten sich schon dadurch als Endigungen. Doch kamen auch unter rechtem Winkel sich umbeugende Strangfasern vor, bei denen dies nicht zutraf, und dann liess sich an günstigen Objekten nachweisen, dass dieselben z. Th. eine andere Bedeutung haben. Die einen derselben sind wirkliche Endigungen und theilen sich im weiteren Verlaufe im Dorsalhorn in feinere Aeste, die anderen dagegen sind einfach Längsfasern, die in der gelatinösen Substanz unter einer zweiten Beugung wieder zu ihrer früheren Verlaufsrichtung zurückkehren.

Mit Bezug auf die sehr wichtige Frage, wie viele dorsale Wurzelfasern, d. h. Theilungsäste derselben, in die graue Substanz abbiegen, um in derselben zu enden, wie viele auf der anderen Seite zum Gehirn, d. h. der *Medulla oblongata,* emporsteigen, bin ich leider nicht im Stande, eine bestimmte Antwort zu geben. Aus dem, was über die Stärke des Dorsalstranges und seiner einzelnen Abschnitte, den *Goll*'schen und *Burdach*'schen Strängen, in den verschiedenen Höhen des Markes bekannt ist, lässt sich der Schluss ableiten, dass die distalen Aeste der sensiblen Wurzelfasern alle in die graue Substanz abbiegen, die proximalen dagegen grösstentheils zur *Medulla oblongata* emporsteigen, zum Theil vielleicht auch als kurze Bahnen ebenfalls in verschiedenen Höhen in die graue Substanz eintreten. Mit Bezug auf die letzte Annahme stütze ich mich darauf, dass an einen und denselben Längsschnitten der Dorsalstränge hier und da der Fall vorkam, dass Längsfasern, die einen in proximaler, die anderen in distaler Richtung, mit rechtwinkeligen Umbeugungen in die graue Substanz eintraten und dann endeten (s. auch Fig. 383).

Weitere von mir beobachtete Thatsachen sind folgende: Von einem Schweinsembryo von 9 cm Länge wurde eine Serie von Längsschnitten des Dorsalmarkes gemacht, deren einzelnen Schnitten in Anbetracht der Dünne des Markes, die aussergewöhnliche Länge von 1 cm gegeben wurde. An denselben kamen in den Dorsalsträngen longitudinale Strangfasern von 2—4 mm Länge in Menge vor neben einzelnen noch längeren. Von solchen mass ich eine Faser von 5,41 mm mit vier Collateralen, eine zweite von 7,41 mm mit zwei Collateralen und eine dritte längste von 8,26 mm Länge mit 9 Collateralen. Diese Faser erstreckte sich in der Länge über vier Wurzeln, welche Wurzeln um 2,28 mm von einander abstanden. Leider hatte ich bis jetzt noch keine Gelegenheit beim erwachsenen Geschöpfe den Abstand der dorsalen Wurzeln zu bestimmen, dagegen ergiebt sich durch Vergleichung der Länge des Rückenmarks bei dem genannten Embryo und beim erwachsenen Thiere, dass die Verhältnisszahl 1 : 8 ist, und hätten wir daher die gefundene Faserlänge von 8,26 mm beim Embryo für das erwachsene Thier auf 6,6 cm festzusetzen. Somit liefern auf jeden Fall diese Beobachtungen den anatomischen Beweis, dass viele Längsfasern der Dorsalstränge bedeutende Längen ohne Unterbrechung durchlaufen, eine Thatsache, für die auch die Erfahrungen über die Degenerationen dieser Stränge und ihr Verhalten nach Durchschneidungen des Rückenmarkes einstehen. Da hier nicht der Ort ist, einlässlicher auf die pathologischen Verhältnisse einzugehen, so verweise ich auf die vortrefflichen Darstellungen derselben von *Kahler* in *Toldt*'s Gewebelehre 3. Aufl.; auf *H. Obersteiner* (Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane 2. Aufl. 1892) und auf *L. Edinger* (Zwölf Vorles. über

den Bau der nervösen Centralorgane 3. Aufl. 1892) und bemerke über die Ergebnisse der Experimente und pathologischen Erfahrungen nur Folgendes: Zerstörungen oder Entartungen der dorsalen Wurzeln und der Dorsalstränge bewirken wesentlich eine aufsteigende sekundäre Entartung der Dorsalstränge, die unter Umständen bis zur *Medulla oblongata*, d. h. zu den Kernen des *Funiculus gracilis* und *cuneatus* reicht. Hierbei ergiebt sich ferner, dass die Fasern der sensiblen Wurzeln in ihrem Verlaufe nach oben je länger, umsomehr der Medianebene und den ventralsten Theilen des dorsalen Stranges sich nähern, so dass z. B. im Halsmarke die sensiblen Fasern der Sakralnerven am meisten ventral und medial, die der Halsnerven oberflächlich und lateral ihre Lage haben. Merkwürdiger Weise sprechen einige pathologische Erfahrungen auch für eine, auf eine kleine Strecke beschränkte absteigende Entartung nach Zerstörung einer sensiblen Wurzel, die anatomisch aus dem Vorkommen eines distalen Theilungsschenkels an den sensiblen Wurzelfasern sich erklärt.

Genaueres über den Gesammtverlauf der sensiblen Wurzelfasern könnten nur sehr mühsame anatomische Untersuchungen ergeben, bei denen vor allem an aufeinander folgenden Längsschnittserien die Zahl der in die graue Substanz nach oben und nach unten umbiegenden Fasern zu bestimmen wäre, welche anzustellen ich noch keine Musse hatte.

Bevor ich weiter gehe, muss ich nun noch über die auch in neuerer Zeit aufgetauchten Angaben mich aussprechen, dass sensible Wurzelfasern in grösserer oder geringerer Zahl von Zellen der grauen Substanz des Markes entspringen. Für die Annahme eines solchen Ursprunges lassen sich anführen:

1. Die von *Kutschin* (Arch. f. mikr. Anat. 1866, Refer. v. *Stieda* über russische Litteratur S. 525), *Freud* (Wien. Ber. 1877 Bd. 75. Abth. 3 S. 15 und 1878, Bd. 78 Abth. 3, S. 81) und *Klausner* (Münchener Ber. 1883) erhaltenen Ergebnisse, denen zufolge bei Petromyzon und Proteus eine gewisse Anzahl von Fasern der hinteren Wurzeln von Zellen des Markes entspringt.

2. Die Experimente von *Joseph* (Phys. Arch. 1887 S. 296), der gefunden hat, dass bei der Katze am zweiten Halsnerven bei Durchschneidung der sensiblen Wurzel an der proximalen Seite des Ganglion im peripherischen Stücke einige wenige Fasern entarten, während die anderen erhalten bleiben. Trennt man dagegen den Nervenstamm an der distalen Seite des Ganglion, so entarten alle seine Fasern, was beweisen soll, dass einige seiner Fasern ihr trophisches Centrum im Marke haben.

3. Neueste Erfahrungen von *Lenhossek* (Anat. Anz. 1890), der bei Hühnerembryonen gefunden hat, dass einzelne Fasern der sensiblen Wurzel mit Zellen der ventralen Hörner zusammenhängen, womit Beobachtungen von *Ramón* aus jüngster Zeit stimmen würden, dass beim Hühnchen gewisse dorsale Wurzelfasern ungetheilt in die graue Substanz eintreten und gegen die Vorderhörner verlaufen. Mir war es bei einer sorgfältigen Prüfung der Eintrittsstellen der sensiblen Wurzeln bei verschiedenen Säugethieren und beim Menschen nicht möglich, solche Fasern zu finden. Doch will ich in dieser schwierigen Frage vorläufig kein endgültiges Urtheil abgeben und nur beifügen, dass wenn solche Elemente, wie *Kutschin*, *Freud* und *Klausner* sie entdeckt haben und wie sie *Lenhossek* auch

beim Hühnchen sah, auch bei Säugern vorkommen sollten, dieselben wohl unzweifelhaft als centrifugal wirkende aufgefasst und als Gefässnerven oder in den *Sympathicus* übergehende Elemente angesehen werden müssten.

2. Collateralen der dorsalen Wurzeln und der Fasern der Dorsalstränge.

Wohl der wichtigste Fund, den *Golgi* und *Ramón y Cajal* an dem Marke von Embryonen und jungen Geschöpfen machten, ist der der oben schon erwähnten Collateralen (*Colaterales de conexion, Ramón*). Diese Seitenäste der Längsfasern der weissen Substanz aller Stränge des Markes sind an Längsschnitten ungemein leicht zu bestätigen und bilden eine der bemerkenswerthesten Eigenthümlichkeiten der feineren Struktur des Markes, die auch in physiologischer Beziehung als eine der bedeutungsvollsten erscheint. Da die Collateralen der verschiedenen Stränge gewisse Verschiedenheiten darbieten, so beschreibe ich dieselben der Reihe nach, erwähne jedoch vorher noch gewisse allen denselben zukommende Eigenthümlichkeiten. Die Stärke anlangend so sind dieselben meist feiner als die longitudinalen Strangfasern, von denen dieselben abgehen (Fig. 382) und erreichen häufig die geringsten an Nervenelementen vorkommenden Durchmesser, wie z. B. diejenigen der zartesten marklosen Achsencylinder der Hornhaut oder der Schwänze junger Froschlarven. Auf der andern Seite finden sich aber auch etwas stärkere Collateralen, die den longitudinalen Strangfasern gleichkommen (Fig. 383). Wie an diesen treten auch an den Collateralen oft Varikositäten auf, und zwar vor allem an den feineren Verästelungen und an den Enden (Fig. 383), welche unzweifelhaft Kunsterzeugnisse sind, wogegen leichte Anschwellungen an den Theilungsstellen und an den Abgangsstellen von Aesten eher als natürliche Bildungen anzusehen sind. Die Verästelungen der Collateralen geschehen meist unter spitzen Winkeln, doch kommen auch Fälle vor, in denen dieselben unter rechten Winkeln eine Menge Seitenästchen abgeben.

Fig. 382.

Fig. 382. Collateralen der Dorsalstrangfasern eines neugeborenen Kaninchens. Stärkere Vergr., *Golgi*.

Alle Collateralen ohne Ausnahme enden, wie es scheint, in derselben Weise, und zwar mit feinen Endbäumchen, die an die Endigungen in den einfacheren motorischen Endplatten erinnern. Diese Bäumchen bestehen aus zahlreichen kurzen Zweigelchen feinster variköser Fäserchen, welche die Körper der Nervenzellen dicht umspinnen und meist mit feinen Knöpfchen endigen (Fig. 384). Wo die Zellen gross und zahlreich sind, wie im ventralen Horne, geben diese Bäumchen sehr zierliche Bilder und erkennt man auch an guten Objekten, dass Anastomosen benachbarter Bäumchen fehlen, und dass die letzteren auch mit den Zellen nicht in direkter Verbindung stehen. Aehnliche Endigungen finden sich in der *Substantia gelatinosa*, ferner sehr zahlreich in der Grenzgegend dieser und der *Substantia spongiosa* und in den *Clarke*schen Säulen. Wie an den Endigungen, so zeigen die Collateralen auch sonst in ihrem Verlaufe keine Spur von Anastomosen, wenn auch das Gewirr derselben, von welchem die Fig. 384, 385 und 386 zum Theil sehr vollkommene Anschauungen geben, oft den Eindruck eines Netzes macht.

Fig. 383.

Was nun das Nähere über die Collateralen der sensiblen Wurzelfasern, ihrer Theilungsäste und der Dorsalstränge betrifft, so ist Folgendes anzumerken. Nachdem die sensiblen Wurzelfasern in die Randzone des Hinterstranges eingetreten sind, geben dieselben in gewissen Fällen noch vor ihrer Theilung einzelne Seitenästchen ab und ohne Ausnahme gehen solche von ihren beiden Theilungsästen aus (Fig. 381). Ganz in derselben Weise entsenden auch alle longitudinalen Fasern des Dorsalstranges

Fig. 383. Seitenstrangfasern eines neugeborenen Kaninchens. *c* Collateralen derselben, *el* Umbiegungen und Endigungen longitudinaler Strangfasern in der grauen Substanz, *n* nervöser Fortsatz einer nicht sichtbaren Zelle, der in eine longitudinale Strangfaser umbiegt. Mittelstarke Vergr., *Golgi*.

und der Randzone solche Collateralen und erhalten durch die grosse Zahl dieser Seitenästchen sagittale Längsschnitte dieser und der andern Stränge ein ganz eigenthümliches Gepräge, welches die Figg. 380 und 382 gut wiedergeben. Doch ist zu bemerken, dass vor allem in der Fig. 382 gewisse Verhältnisse als nicht natürliche, sondern durch die Reagentien hervorgerufene zu bezeichnen sind, und zwar einmal die starken Schlängelungen der Längsfasern und zweitens die Knickungen, welche dieselben an den Abgangsstellen der Collateralen zeigen. Durchmustert man viele Präparate, so findet man, wie bei Fig. 383, in vielen Fällen die Längsfasern mehr gestreckt mit nur geringfügigen Biegungen und selbst ohne solche verlaufend und die Collateralen unter rechten Winkeln unmittelbar von denselben oder von einer kleinen dreieckigen Verdickung abgehend.

Fig. 384.

Die Zahl der Collateralen anlangend, die die Theilungsäste der sensiblen Wurzelfasern und die Längsfasern der Dorsalstränge überhaupt abgeben, so lehrt die unmittelbare Beobachtung Folgendes: An einer und derselben Faser sieht man sehr häufig zwei und selbst drei (Fig. 383), an sehr langen Fasern (siehe oben) selbst bis zu 9 Collateralen, welche in geringeren oder grösseren Abständen auf einander folgen, deren Grösse ich in maximo auf 1—3,7 mm bestimmte, während auf der anderen Seite die Collateralen da und dort nur um 0,1—0,2 mm und noch weniger von einander entfernt waren. In Betreff des Vorkommens der Collateralen überhaupt findet man an Schnitten aus allen Gegenden des Markes, aus der Lendenanschwellung, dem Dorsaltheile, der Halsanschwellung, dem oberen Halstheile, so ungemein viele Collateralen, dass es nur seltener gelingt, Fasern zu finden, die keine Seitenästchen entsenden. Mit

Fig. 384. Aus dem Dorsalstrange in die graue Substanz eintretende Collateralen mit Endigungen bei *a* vom neugeborenen Kaninchen. Stärkere Vergr., *Golgi*.

diesen an Längsschnitten zu machenden Wahrnehmungen stimmt das überein, was an Querschnitten zu sehen ist, die lehren, dass in allen Höhen des Markes aus allen Gegenden der Dorsalstränge mit Inbegriff der Randzone, den oberflächlichen sowohl wie den mittleren und tiefsten Theilen derselben, Collateralen abstammen (Fig. 385), und ziehe ich hieraus den Schluss, dass die Mehrzahl der Längsfasern der Dorsalstränge Collateralen abgeben. Zweifelhaft bleibt jedoch hierbei, ob die Fasern, die ununterbrochen bis zur *Medulla oblongata* aufsteigen, in allen Theilen ihres Verlaufes Collateralen entsenden und kann ich in dieser Beziehung vorläufig nur die oben gemeldete Thatsache namhaft machen, dass bei einem Schweineembryo von 9 cm Länge im Dorsalmark Fasern von 5,41, 7,41 und 8,26 mm Länge gefunden wurden, die 4, 2 und 9 Collateralen abgaben, Fasern, die unzweifelhaft solchen von 40—60 mm im Marke des erwachsenen Geschöpfes entsprechen. Allein auch diese Beobachtungen bringen noch keine Entscheidung und muss ich daher vorläufig die Frage unerledigt lassen, in welcher Ausdehnung die langen sensiblen Leitungsbahnen mit Collateralen versehen sind, und möchte nur so viel

Fig. 385.

Fig. 385. Querschnitt des Lendenmarks eines menschlichen Embryo von 6 Monaten, vergr. Breite des Markes 4,7 mm, Dicke desselben 3,5 mm. Von Strängen sind gut entwickelt die ventralen und dorsalen, weniger die lateralen. Die weissgelassene Zone der Seitentheile enthielt ungemeine Mengen von radiärgestellten Gliazellen. In der grauen Substanz Collateralen und Fortsätze von Strangzellen, von welchen letzteren eine gewisse Zahl dargestellt sind. Im ventralen Horne durch den Faserverlauf zwei Nester von motorischen nicht gefärbten Zellen bezeichnet. Methode von *Golgi*.

sagen, dass die grössere Wahrscheinlichkeit dafür spricht, dass dieselben in ihrem gesammten Verlaufe Nebenäste abgeben.

Bei Würdigung dieser Verhältnisse ist übrigens ein Punkt wohl zu beachten, der die Entscheidung erschwert, nämlich der, dass an manchen Präparaten die Collateralen minder gut oder gar nicht gefärbt sind. Dieselbe Wahrnehmung macht man auch oft an den longitudinalen Strangfasern selbst. So habe ich Fälle gesehen, in denen bei jungen Embryonen, die sicher viele marklosen Fasern besassen, keine einzige Faser der Stränge gefärbt war, und wiederum

Fig. 386.

andere, in denen wohl Strangfasern, aber keine Collateralen sichtbar waren. Solche Objekte darf man selbstverständlich zur Ermittlung der Fragen, die ich hier bespreche, nicht benutzen und hat man sich nur an die zu halten, die vollkommene Färbungen zeigen, die man bei einiger Erfahrung bald herausfindet. Immerhin ist zu bemerken, dass auch hie und da an scheinbar gut gelungenen Präparaten Faserabschnitte vorkommen, die keine oder fast keine Collateralen zeigen. So fand ich z. B. im Halsmarke eines Rindsembryo von 22 mm in der dorsalen Ecke der Dorsalstränge ein

Fig. 386. Querschnitt des Halsmarkes des Embryo der Fig. 385. Breite des Markes 4,7 mm, Dicke ebensoviel. Sehr bemerkenswerth ist, dass die ventrale Pyramidenbahn keine Achsencylinder zeigt und die laterale Pyramidenbahn nur wenige. Diese Bahnen scheinen somit noch gar nicht angelegt zu sein. Auf der linken Seite des Markes sind die oberflächlichen Gliazellen mit ihren Ausläufern dargestellt. Weisse Substanz mächtiger entwickelt als im Lendenmark mit Ausnahme der Ventralstranggrundbündel (*Golgi*).

kleines kompaktes Faserbündel, das keine solchen Ausläufer besass, während dieselben in allen übrigen Theilen der Dorsalstränge gut entwickelt waren. Aehnliches kommt auch manchmal an der ventralen Spitze der Dorsalstränge vor, doch ist es mir leider noch nicht gelungen, in dieser Beziehung bestimmte Gesetze aufzufinden.

Der Verlauf der sensiblen Collateralen, wie ich die Seitenäste der Dorsalstrangfasern heisse, ist im Allgemeinen der, dass dieselben aus der Spitze und den lateralen Theilen der Dorsalstränge, sowie aus der gesammten Randzone in die graue Substanz der Dorsalhörner eintreten und in derselben mehr oder weniger weit nach der ventralen oder motorischen Seite verlaufen, um schliesslich in verschiedenen Gegenden und selbst in den ventralen Hörnern derselben Seite ihr Ende zu erreichen. Zum richtigeren Verständnisse dieser Verhältnisse beachte man, dass bei Embryonen die Dorsalhörner eine ganz auffallende Entwicklung zeigen, so dass dieselben den Ventralhörnern in der Breite gleich kommen, oder dieselben sogar übertreffen, wie die Fig. 385 und 386 dies lehren. Ungemein mächtig ist vor allem die *Substantia gelatinosa*, die wie ein grosses querovales Feld die Hauptmasse der Dorsalhörner bildet und in ganz anderer Form auftritt als bei ausgebildeten Geschöpfen. Dazu kommt, dass dieselbe in ihrer ganzen Breite von sensiblen Collateralen durchsetzt wird, die in Gestalt von stärkeren und schwächeren Bündeln von 5—10—15 und mehr Fasern theils aus der gesammten Randzone, theils aus den lateralen Seiten der Dorsalstränge im engeren Sinne in sie eintreten. Diese Bündel ziehen theils in geradem Verlaufe, theils bogenförmig und schief durch die gelatinöse Substanz hindurch, welches letztere besonders für die Collateralen gilt, die aus den eigentlichen Dorsalsträngen und aus den lateralen Theilen der Randzone stammen. Die erwähnte Anordnung der sensiblen Collateralen in Bündeln zeigt sich nun übrigens nicht nur an Querschnitten, sondern auch an Längsschnitten (*Koelliker* Nr. V Fig. 9), die ebenfalls in allen sagittalen Ebenen über einander liegende Fascikel dieser Fasern ergeben.

Verfolgt man den weiteren Verlauf der sensiblen Collateralen, so ergiebt sich, dass dieselben in sehr verschiedenen Gegenden enden. Ich unterscheide:

a) Endigungen innerhalb der *Substantia gelatinosa*. An guten Präparaten findet man in allen Höhen der *Substantia gelatinosa* Theilungen von sensiblen Collateralen, die, wenn man sie verfolgt, auch zu den oben beschriebenen Endigungen führen. Von diesen Elementen sind in der Fig. 15 meiner Rückenmarksarbeit einige dargestellt, unter denen besonders auch die der Randzone parallel verlaufenden Elemente alle Beachtung verdienen. Im Ganzen färben sich diese Elemente nicht leicht, wie dies auch von den lateralen radiären Bündeln der *Substantia gelatinosa* gilt; ist aber das Präparat gelungen, so überzeugt man sich, dass diese Substanz immerhin in ihrer ganzen Ausdehnung eine namhafte Menge Endigungen von Collateralen enthält. Bei *Ramón y Cajal* finde ich auch in seiner neuesten Mittheilung diese Collateralen nicht erwähnt und nicht abgebildet (s. IV. Fig. 6 *a* auf p. 18), ebensowenig bei *v. Lenhossek* und *v. Gehuchten*.

b) Ganz anderes gilt von den Collateralen der Grenzgegend zwischen der *Substantia gelatinosa* und *spongiosa*. Hier findet sich in allen Gegenden des Markes eine solche Zahl von Verästelungen und Endigungen

der Collateralen, dass ein dichter feiner Faserfilz entsteht, dessen Elemente nicht auf weitere Strecken zu verfolgen sind. An Querschnitten (*Koelliker,* Nr. V Fig. 15, 27 und Fig. 387 hier) nimmt dieser Filz, den ich den Plexus der *Substantia gelatinosa* nenne, die ganze ventrale Seite der *Substantia gelatinosa* ein und erscheint wie durch eine Auflösung vieler der radiären Collateralenbüschel gebildet, was an Längsschnitten noch deutlicher hervortritt, welche zugleich lehren, dass der Plexus auch in der Längsrichtung ein ganz zusammenhängender ist.

Fig. 387.

c) Wo *Clarke*'sche Säulen vorkommen ziehen die Collateralen, die aus den Dorsalsträngen selbst austreten, und vor allem diejenigen der Spitze derselben unmittelbar zu dieser Zellengruppe und lösen sich da in einen dichten Haufen von gröberen und feineren Verästelungen auf, die ganz denselben Charakter an sich tragen wie der sub b erwähnte Filz (Fig. 384). An Längsschnitten erscheint dieser Filz ebenfalls als ein ganz zusammenhängender (*Koelliker,* Nr. V Fig. 9).

d) Bei gewissen Geschöpfen, wie bei der Katze, zeigt sich bei neugeborenen Thieren eine deutliche dorsale Kommissur (Fig. 387). Untersucht man dieselbe genauer, so ergiebt sich, dass sie aus Collateralen besteht, die den lateralen Randtheilen der *Substantia gelatinosa* entstammen, und ausserdem Elemente enthält, die in den Filz der Grenzgegend der *Substantia gelatinosa* und *spongiosa* sich auflösen, woraus wohl der Schluss abgeleitet werden darf,

Fig. 387. Querschnitt durch die Halsanschwellung einer neugebornen Katze mit den Collateralen aller Stränge und beiden Kommissuren. Die dicken Züge in der *Comm. alba* sind Dendriten von nicht sichtbaren Zellen, die in der Kommissur sich kreuzen. Breite des Markes 3,0—3,2 mm, Dicke 2,3—2,5 mm (*Golgi*).

dass dieselbe aus einer Kreuzung der Collateralen von rechts und links besteht. Von dieser Kommissur ist noch zu erwähnen, dass dieselbe keine in der Längsrichtung zusammenhängende ist, sondern aus vielen hinter einander liegenden Bündelchen besteht. Eine ganz ähnliche Kommissur hat *M. v. Lenhossek* von erwachsenen Meerschweinchen beschrieben (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXIV, Taf. IX, Fig. 4). Andeutungen einer von Collateralen gebildeten *Commissura grisea* sah ich auch bei anderen Embryonen, aber nirgends war dieselbe auch nur annähernd so ausgebildet, wie bei der Katze. Vom Menschen ist die graue Kommissur längst bekannt (Fig. 374, 376) und besteht aus zwei Hauptbündeln, einem an der ventralen und einem an der dorsalen Seite des Centralkanals. Auch *Golgi*'sche Präparate zeigen Theile dieser Fasern (Fig. 386).

In seiner neuesten Mittheilung giebt *Ramón y Cajal* eine Beschreibung und Abbildung (No. IV Fig. 6*a*) der dorsalen Kommissur des neugebornen Hundes, an welcher er drei Abtheilungen unterscheidet und zwar ein ventrales und ein dorsales Bogenbündel und einen mittleren mehr querverlaufenden Zug.

Das ventrale Bogenbündel liegt unmittelbar an der Dorsalseite des Centralkanales und ventral von den *Clarke*'schen Säulen. Dasselbe wird von feineren und gröberen Fasern gebildet, die dem Centralkanale ihre Konkavität zuwenden und seitlich nach allen Richtungen ausstrahlen, um zum Theil sich fein zu verästeln. Die Herkunft der Fasern dieses Abschnittes der Kommissur ist zweifelhaft. Die stärkeren Fasern desselben könnten von Collateralen der Ventralstränge abstammen oder nervöse Fortsätze sein, welche *Ramón y Cajal* in der That in zwei Fällen in die betreffenden Kommissurenabschnitte eintreten sah (pg. 9).

Das dorsale Bogenbündel hat seine Konvexität nach der ventralen Seite zu und besteht aus Collateralen der Dorsalstränge, welche auf die andere Seite tretend in den benachbarten Theilen des ventralen Geflechtes der *Substantia gelatinosa* enden.

Das mittlere quer verlaufende Bündel zieht mitten durch die *Clarke*'schen Säulen durch und endet in den lateralen Theilen des Geflechtes der *Substantia gelatinosa*, indem dessen Fasern hier pinselförmig auseinander fahren. Die Elemente dieses Kommissurenantheils stammen zum Theil von Collateralen des Seitenstranges, zum Theil ist ihre Herkunft zweifelhaft.

Meine eigenen Erfahrungen über die graue Kommissur des Hundes gehen nicht weit. Bei einem Hunde von 4 Tagen fand ich am dorsalen Theile des Markes das Auffallende, dass die beiden *Substantiae gelatinosae* vor den wenig entwickelten Dorsalsträngen unmittelbar aneinander stiessen. Eine gut entwickelte Kommissur zog bogenförmig mit ventraler Konvexität grösstentheils zwischen den *Clarke*'schen Säulen und dem Geflechte der *Substantia gelatinosa* durch, besass aber doch auch einige Fasern in dem genannten Geflechte, aber keine in den *Clarke*'schen Säulen und keine an der ventralen Seite derselben. Schnitte des Lendenmarkes zeigten nichts von einer *Commissura dorsalis* und die Halsanschwellung und das obere Halsmark nur ganz schwache Andeutungen derselben, wogegen am Anfange der Pyramiden-

kreuzung diese Kommissur ganz gut entwickelt war und theils von Collateralen des Dorsalstranges mit Inbegriff der Randzone theils von solchen des Seitenstranges abstammte und mit ihren Fasern wie gewöhnlich endete.

Für ein normales Vorkommen der dorsalen Kommissur sprechen auch die neuesten Untersuchungen von *v. Gehuchten.* Derselbe fand beim Kalbsembryo von 55 cm im Halsmarke drei Bündel (la Cellule VII 1, Pl. 2 Fig. 18). Das ventralste war schwach und was seine Herkunft betrifft, zweifelhaft; das mittlere starke mit ventraler Konvexität stammte wesentlich von Collateralen des Seitenstranges und der Randzone, das dorsale endlich war auf die lateralen Collateralen des Dorsalstranges zurückzuführen, die dicht an der Ventralseite der Dorsalstränge sich kreuzten und lateralwärts im Plexus der *Substantia gelatinosa* sich verloren. Im Lendenmarke desselben Embryo war nur die mittlere Kommissur vorhanden. Bei einer neugeborenen Katze sah *v. Gehuchten* im Lendenmarke nur Eine dorsale Kommissur (l. c. Fig. 19), ebenso bei einer Ratte. Auch *v. Lenhossek* lässt diese Kommissur aus Collateralen sich aufbauen (VII S. 89).

e) Viele Collateralen der sensiblen Sphäre enden ferner im eigentlichen Dorsalhorne vor der *Substantia gelatinosa* und ihrem Plexus und neben dem Plexus der *Clarke*'schen Säulen, doch ist der hier vorkommende Filz nicht so dicht, wie an den eben genannten Orten und erscheint daher diese Gegend selbst an gut gefärbten Präparaten meist lichter. Die Collateralen, die diesen Plexus liefern, stammen vorzugsweise aus der Randzone der *Substantia gelatinosa,* zum Theil auch aus dem Dorsalstrange.

f) Endlich erwähne ich noch als eine sehr wichtige Gruppe diejenigen sensiblen Collateralen, die in das Ventralhorn der gleichen Seite eindringen, welchen *Ramón y Cajal* neulich den Namen „*Antero-posteriores*" (besser *dorso-ventrales*) oder „*Sensitivo-motoriae*" gegeben hat. Diese Collateralen entspringen zum Theil im eigentlichen Dorsalstrange, zum Theil im medialen Theile der Randzone, sammeln sich in der *Substantia spongiosa* zu starken Bündeln und dringen als kompakte, an stärkeren Fasern reichere Massen geraden Weges in das Ventralhorn, in dem sie nach allen Seiten in ihre Elemente auseinander fahren und in den Gegenden der Nervenzellengruppen in feinste Aeste sich auflösen (Fig. 385, 386, 387). In gewissen Fällen, wie in den Figg. 385, 386, sondern sich die für den seitlichen Theil des ventralen Horns bestimmten Bündel von den für das eigentliche ventrale Horn bestimmten und entsteht dann eine zierliche Kreuzung dieser Collateralen, die ich alle einfach als Reflexcollateralen der sensiblen Wurzeln bezeichne.

3. Motorische Wurzeln, Ventrale- und Seitenstränge.

a) Die motorischen Wurzelfasern entspringen von den nervösen Fortsätzen grösserer oder kleinerer Nervenzellen aller Theile der ventralen Hörner. Höchst wahrscheinlich geben die kleinen Zellen den feinern Fasern der vordern Wurzeln, die *Siemerling* und *Gaskell* in neuerer Zeit besonders betonten, den Ursprung, die grossen Zellen den dicken Fasern. Die nervösen Fortsätze dieser Zellen geben nach *Golgi* feine Aestchen ab, die in der grauen Substanz verlaufend, in noch unbekannter Weise enden.

Mir selbst sind früher keine solchen Aestchen vorgekommen (Rückenmark S. 27), ebenso *v. Gehuchten*, während *Ramón* einmal bei einer Ratte und 4 oder 5 mal bei einer Taube solche Aestchen wahrnahm. Vor kurzem meldet dagegen *M. v. Lenhossek*, dass er solche „motorische Collateralen" als häufige Erscheinungen im Marke des Hundes, der Katze und des Menschen finde, während er dieselben bei Fischen, Vögeln und auch bei kleinen Säugern vermisse. Konstant seien dieselben auch bei den ersteren nicht und handle es sich in der Regel nur um spärliche (1—2, höchstens 4) und stets sehr un-

Fig. 388.

scheinbare Bildungen (VII S. 65 Fig. 16 und Taf. II). — Ich habe mich nun auch selbst von dem Vorkommen solcher Collateralen überzeugt und zwar an einem Objekte, das nicht günstiger hätte sein können. An einer Serie von Querschnitten des Markes eines 4 Monate alten menschlichen Embryo (Fig. 388) waren an vielen Schnitten sozusagen nur die motorischen Wurzeln in ihren Bündeln innerhalb des ventralen Stranges und in hrer Ausstrahlung in die graue Substanz der ventralen Hörner gefärbt, dagegen keine

Fig. 388. Querschnitt des Halsmarkes eines menschlichen Embryo von 4 Monaten. Durchmesser des Markes 2,7 mm in der Breite, *Diam. dorso-ventralis* 2,0 mm. *m* Motorische Wurzeln, *r* Raphe der dorsalen Ependymzellen zwischen den dorsalen Strängen. Von den dorsalen Strängen strahlen Reflexcollateralen in das ventrale Horn. Ependymfasern kreuzen dieselben.

Collateralen, keine Zellen, keine Achsencylinder der Strangzellen zu sehen, nur wenige Ependymzellen. An diesen Schnitten nun bildete jede motorische Wurzel beim Eintreten in die graue Substanz eine zierliche pinselförmige Ausstrahlung, die z. Th. mit einer starken Knickung in die ventrale laterale Ecke der grauen Substanz einzog, z. Th. mehr geradlinig in die dorsale laterale Ecke derselben ging. An diesen motorischen Achsencylindern nun, die auf grosse Strecken ganz frei lagen, war es verhältnissmässig leicht, die Frage nach dem Vorkommen von Collateralen zu entscheiden und ergab sich einmal, dass solche sehr spärlich sind, indem in keiner Wurzelausstrahlung mehr als ein oder zwei Fälle vorkamen und zweitens, dass dieselben theils einfache, nur wenig verästelte, meist, wie auch *v. Lenhossek* sie darstellt, rückläufige, äusserst zarte Bildungen darstellen (Fig. 389). Gestützt auf diese Ergebnisse nehme ich die Deutung, die ich früher diesen Ausläufern vermuthungsweise gab, dass dieselben ebenfalls in motorische Wurzelfasern auslaufen, zurück. Welche Funktion diese spärlichen Fäserchen haben, bleibt zweifelhaft, doch möchte ich glauben, dass es näher liegt, dieselben, ebenso wie die Collateralen der Strangzellen, als cellulifugal wirkende Elemente anzusehen, denn als cellulipetal leitende Apparate, wie *v. Lenhossek* annimmt.

Fig. 389.

b) Die Bauchstränge und die Seitenstränge des Markes bestehen z. Th. aus Nervenfasern, die vom Gehirn herunterlaufen (Pyramidenbahnen), z. Th. aus Fasern, die von gewissen Nervenzellen des Markes entspringen, wie die Kleinhirnseitenstrangbahnen und die übrigen Abtheilungen der ventralen und Seitenstränge.

4. Collateralen der Seitenstränge und der ventralen Stränge.

Auch die Längsfasern der Seitenstränge und der ventralen Stränge geben allem Anscheine zufolge Alle Collateralen ab, die im Wesentlichen eben so sich verhalten, wie diejenigen der sensiblen Wurzelfasern und der dorsalen Stränge. Wenn ich sage „Alle“, so berufe ich mich darauf, dass an guten Längsschnitten dieser Stränge keine längere longitudinale Faser derselben zu finden ist, die nicht Collateralen entsendete. Diese Seitenästchen, welche die Seitenstrang- und Ventralstrangcollateralen heissen sollen (Fig. 385—387), bilden in der grauen Substanz ein dichtes Gewirr um die Nervenzellen herum, besitzen aber doch im Ganzen genommen einen bestimmten Verlauf.

Die Collateralen der Seitenstränge ziehen vorwiegend medianwärts in den ventralen Theil der dorsalen Säulen und in die *Clarke*'schen Säulen, wo solche vorkommen, theils in die ventralen Hörner zu den verschiedenen motorischen Zellenhaufen. Einzelne dieser Fasern wenden sich auch in die Grenz-

Fig. 389. Einige motorische Fasern der vorigen Figur mit Collateralen.

gegend zwischen der *Substantia gelatinosa* und *spongiosa* und gegen die *Commissura alba* und *grisea* (s. oben).

Die Bauchstrangcollateralen verlaufen alle dorsalwärts, wobei jedoch die einen in der ventralen Kommissur sich kreuzen, die anderen gegen das eigentliche ventrale Horn und das Seitenhorn sich begeben, noch andere gerade gegen die dorsalen Säulen gehen. Diese letzteren bilden zum Theil kleine Bündel und erzeugen Endbüschel, die an diejenigen der langen sensiblen Collateralen erinnern und am schönsten an sagittalen Längsschnitten zu erkennen sind (*Koelliker*, Mark Fig. 9 *vc*, *ec*), an denen sie oft mit den sensiblen Endbüscheln wie abwechseln, auch wohl mit denselben in einer Höhe stehen und mit ihnen sich verflechten.

Von den Ventral- und Seitenstrangcollateralen ist noch zu erwähnen, dass dieselben, eben so wie diejenigen des Dorsalstranges, stärkere und schwächere Elemente darbieten, doch konnte ich nicht finden, dass diejenigen des Ventralstranges ein entschiedenes Plus stärkerer Elemente enthalten, wie *Ramón y Cajal* angiebt. Unterschreiben kann ich dagegen eine andere Bemerkung dieses Gelehrten über die Collateralen des Ventralstranges für beide hier zusammen behandelten Stränge, dass nämlich die Collateralen ihre Verästelung oft schon innerhalb der weissen Substanz beginnen. Die Endverästelung anlangend, so fand ich bei diesen Collateralen nicht selten ein Verhalten, das mir bei den sensiblen Collateralen bis jetzt nicht auffiel, nämlich lang dahinziehende Stämmchen, die unter meist rechten Winkeln eine grosse Zahl von kurzen Aestchen nach beiden Seiten abgaben, die dann wie oben beschrieben endeten, genauer bezeichnet eigentlich jedes ein Endbäumchen bildeten (*Koelliker*, Mark Fig. 12). Manche dieser Collateralen zeigten nur solche Theilungen, andere auch gröbere, spitzwinkelige, zahlreiche Aeste, wie sie bei den langen sensiblen Collateralen allein vorzukommen scheinen.

Die longitudinalen Fasern der Vorder- und Seitenstränge zeigen, eben so gut wie diejenigen der sensiblen Sphäre, an manchen Stellen Umbeugungen und einen Eintritt in die graue Substanz, die hier offenbar eine doppelte Bedeutung haben und zum Theil centrifugal wirkende Elemente, vor allem der Pyramidenbahnen, darstellen, die mit Verästelungen ihr Ende in der grauen Substanz finden, zum Theil Nervenfasern sind, die von Zellen der grauen Substanz entspringen und, wie die Kleinhirnseitenstrangbahnen, in den Strängen centralwärts verlaufen.

Von der ventralen Kommissur ist noch zu erwähnen, dass dieselbe schon bei Embryonen vorhanden ist und immer unter dem Bilde einer Kreuzung erscheint (Fig. 385—387), und zwar sind es theils Achsencylinder, die sich kreuzen (siehe unten), theils Collateralen der ventralen Stränge und der Seitenstänge, die oft in der Kommissur Theilungen zeigen und jenseits derselben ihre Endigung in der grauen Substanz finden, wobei sie theils in alle Gegenden des Ventralhornes einstrahlen, theils auch gegen das Dorsalhorn sich wenden. Es wäre nicht unmöglich, dass unter den letzteren Fasern auch Dorsalstrangcollateralen sich fänden, die durch die Kommissur auf die andere Seite treten. Käme so etwas wirklich vor, wovon ich mich noch nicht mit voller Bestimmtheit zu überzeugen vermochte, so würden auch diese Collateralen jedenfalls in

der grauen Substanz enden und könnte bei Embryonen von einem direkten Eindringen sensibler Elemente in den Bauchstrang und in den Seitenstrang der anderen Seite, wie verschiedene Autoren ein solches für das Mark erwachsener Geschöpfe annehmen, keine Rede sein.

Lavdowsky beschreibt bei verschiedenen Geschöpfen (Katze, Kröte, Frosch) sensible Collateralen, die in der *Commissura alba* auf die andere Seite treten, ebenso *Mingazzini* (Sulla fina struttura del Midollo spinale del' uomo in Rev. sper. di Freniatria Vol. XVIII 1892 Fasc. II Fig. 1), wogegen v. *Lenhossek* das Vorkommen solcher Fasern bestimmt leugnet. Ich bemerke hierzu, dass der Schein trügerisch ist und dass sensible Kommissurenfasern nur in dem Fall angenommen werden dürften, wenn es gelänge, eine sensible Collaterale direkt bis in die *Commissura alba* zu verfolgen, was weder *Lavdowsky* noch *Mingazzini* geglückt ist.

5. Nervenzellen.

Die Zellen der grauen Substanz des Markes sind zwar alle multipolar, unterscheiden sich aber, abgesehen von der Grösse, der Gestalt und der Beschaffenheit der Protoplasmafortsätze, von denen weiter unten die Rede sein soll, wesentlich dadurch, dass die einen einen unverästelten oder nur spärliche Aestchen abgebenden nervösen Fortsatz besitzen, während derselbe bei den anderen zahlreiche Aeste abgiebt. Diese letzteren scheide ich wieder in zwei Unterarten, und zwar

a) in solche, bei denen der nervöse Fortsatz, trotz der Abgabe von Aesten, seine Selbständigkeit nicht verliert, und

b) andere, deren Achsencylinderfortsatz ganz in feine und feinste Verzweigungen sich auflöst.

Nach der Eintheilung von *Golgi* würden die Zellen der ersten Kategorie und die von 2a seine erste Gruppe, diejenige der motorischen Zellen darstellen, die von 2b die zweite Gruppe, die der sensiblen Zellen.

Eine andere Eintheilung der Nervenzellen stützt sich auf deren physiologische Beziehungen und ergiebt folgende Arten:

a) Motorische Zellen, welche in die motorischen Wurzelfasern übergehen, oder dieselben entsenden.

b) Zellen, deren nervöser Fortsatz zu einer longitudinalen Faser der weissen Substanz sich umgestaltet, Strangzellen oder Ursprungszellen von Strangfasern, unter denen wiederum zu unterscheiden sind α) Zellen, deren Fortsatz auf derselben Seite des Markes bleibt, und β) Zellen, die ihren nervösen Fortsatz durch die weisse Kommissur auf die andere Seite senden, Kommissurenzellen, *Ramón y Cajal*.

c) Zellen, deren nervöser Fortsatz nicht aus der grauen Substanz heraustritt (Binnenzellen, Reflexzellen).

Die genauere Bestimmung des Verhaltens der nervösen Fortsätze der Zellen des Markes ist mit sehr grossen Schwierigkeiten verknüpft, welche darin liegen, dass die *Golgi*'sche Methode häufig gar keine Nervenzellen und vielleicht niemals oder wenigstens nur sehr selten alle färbt. Am günstigsten sind die Fälle, in denen nur einzelne oder wenige Zellen schwarz erscheinen, und auch von den Collateralen nicht zu viele gefärbt sind. Sind dagegen eine grössere Zahl von Zellen dargestellt, so lassen sich die nervösen

Fortsätze gewöhnlich nicht auf grössere Strecken verfolgen, indem dieselben an feinen Schnitten nur selten ganz sich erhalten, und an dickeren in dem unglaublich reichen Gewirre der Protoplasmafortsätze sich bald spurlos verlieren. Grosse Beachtung verdient übrigens bei diesen Untersuchungen, dass in sehr vielen Fällen die Zellen und ihre Protoplasmafortsätze nicht gefärbt sind, wohl aber deren nervöse Fortsätze, wie auch *Ramón y Cajal* dies wahrgenommen hat (s. Nr. IV, Fig. 2*a*, 18). In diesem Falle hat man sich nur davor zu hüten, dieselben nicht mit stärkeren Collateralen zu verwechseln oder mit Umbiegungen und Endigungen von Längsfasern der Stränge in der grauen Substanz, was in manchen Fällen seine Schwierigkeiten hat und grosse Vorsicht erfordert.

Ich gehe nun zur Schilderung dessen über, was die neueren Untersuchungen über diese nervösen Fortsätze gelehrt haben.

a) Ursprungszellen der motorischen Wurzeln, motorische Zellen. Die Zellen, welche die Fasern der motorischen Wurzeln entsenden, liegen in den Ventralhörnern, bilden Theile aller hier in gewissen Gegenden des Markes vorkommenden Nervenzellengruppen, finden sich jedoch vorzugsweise in den lateralen Gruppen sowohl in dem ventralen als in dem dorsalen Theile derselben. Die betreffenden Zellen sind in ihrer Mehrzahl gross, doch kommen auch viele kleinere und kleine solche Elemente vor, und zwar besonders in den medialen Theilen des ventralen Abschnittes des Ventralhornes und in der Grenzgegend der ventralen und dorsalen Hörner. Die nervösen Fortsätze dieser motorischen Zellen gehen manchmal gerade gegen die Austrittsstellen der Wurzeln, andere Male erreichen sie dieselben auf Umwegen mit Umbeugungen und Schlängelungen aller Art. Bezüglich auf die Dicke kann man bei diesen Fortsätzen stärkere und schwächere unterscheiden und ist wohl nicht zu bezweifeln, dass die letzteren den feinen, die ersteren den starken Fasern der motorischen Wurzeln den Ursprung geben.

Von den Collateralen der nervösen Fortsätze dieser Zellen war schon die Rede (Seite 89), dagegen verdienen deren Dendriten noch eine Besprechung. Nach *Ramón* (IV 1890) lassen gewisse derselben drei Gruppen von Aesten unterscheiden und zwar a) mediale oder Kommissurenfortsätze. Dieselben verlaufen medianwärts und stellen pinselförmige Büschel dar, die bei den medialsten dieser Zellen durch die ventrale Kommissur hindurchziehen und mit den entsprechenden Ausläufern der anderen Theile sich kreuzen, wobei dieselben entweder an der ventralen Seite der Kommissurenfasern liegen oder mit denselben sich mischen (*Ramón* Fig. 1, *v. Gehuchten*, Struct. d. Centr. nerveux 1891, Fig. 2, Präparat von *Ramón*). b) Laterale ventrale Ausläufer. Sind sehr zahlreich, bilden schöne Büschel, die weit in die weisse Substanz eindringen und zu deren Bildung oft mehrere benachbarte Zellen zusammentreten. c) Dorsale Ausläufer. Sind sehr lang, erreichen die dorsalen Hörner und enden frei in denselben unter wiederholten Zweitheilungen, ohne Büschel zu bilden.

Nach den Untersuchungen von *Golgi* (Nr. IV S. 392 und Nr. VI S. 282) werden Zellen, welche ihren Nervenfaserfortsatz in die motorischen Wurzeln entsenden, an jeder Stelle der grauen Substanz angetroffen und zwar 1. in den ventralen Hörnern, wo sie sicher vorherrschend sind; 2. in der Zone der grauen Substanz, welche *Golgi* die Zwischenzone nennt und welche in dem von den Seitensträngen und dem Centralkanale begrenzten Gebiete liegt; 3. in den Dorsalhörnern mit Ausnahme der Gegend der *Substantia gela-*

tinosa. Bei der grossen Autorität, welche *Golgi* als Forscher mit Recht geniesst, würde ich diese Angaben, den negativen Ergebnissen von *Ramón*, *mir* selbst, *v. Gehuchten* und *v. Lenhossek* gegenüber als vollkommen genügend erachten, wenn mich nicht der Umstand etwas zweifelhaft machte, dass *Golgi* in seinen ersten Mittheilungen über diese Frage (s. *Koell.* Mark S. 2 u. ff.) diesen Punkt gar nicht berührt und als motorische Zellen alle Zellen bezeichnet, deren Achsencylinderfortsatz im Ganzen seine Individualität bewahrt, bei welcher Auffassung natürlich alle Strangzellen auch zu den motorischen Zellen gehören, bei denen auch die anderen Beobachter, *v. Gehuchten* und *v. Lenhossek*, ihr Vorkommen in den dorsalen Hörnern zugeben. Jedenfalls ist sehr zu bedauern, dass *Golgi* weder in älterer noch in neuerer Zeit Abbildungen über den feineren Bau des Rückenmarks gegeben hat.

b) Zellen, deren nervöse Fortsätze in die weisse Substanz übergehen und zu Längsfasern derselben werden, oder Strangzellen sind von mir selbst und vielen Anderen schon seit Langem angenommen worden, doch mangelte bisher der genauere Nachweis, der nun erst durch *Golgi*, *Ramón y Cajal* und *mich* gegeben wurde.

Die grosse Mehrzahl der Zellen, um die es sich hier handelt, senden ihre nervösen Fortsätze in den Seitenstrang, manche auch in den Ventralstrang, dagegen kommen nur selten Fortsätze vor, die in den Dorsalstrang eintreten. *Ramón y Cajal* beschreibt in Nr. IV vom Hunde einen solchen Fortsatz (Fig. 3 a V), der in den ventralen Theil des *Burdach*'schen Stranges ging, andere verliefen in die Randzone und wurden da longitudinal (Fig. 3 *a B*, *E* u. *F*). Beim Hühnchen hatte *Ramón* schon früher solche Strangzellen des dorsalen Stranges häufiger gefunden (Nr. I Fig. 5). Und in einer neuen Mittheilung über das Mark des Embryo einer Taube von 15 Tagen (Nr. V) schildert *Ramón* drei Zellen der *Subst. gelatinosa*, die zwei Nervenfaserfortsätze besassen. Bei der einen Zelle (*b*) gingen beide in den *Burdach*'schen Strang, bei einer zweiten (*a*) der eine in die Randzone, der andere in den Seitenstrang und bei der dritten (*c*) der eine in den *Burdach*'schen Strang, der andere in die Randzone. Vor Kurzem hat nun auch *v. Lenhossek* beim Meerschweinchen, Kaninchen und Menschen solche Zellen gesehen (l. c. Taf. III, Zelle 41 und 43 und Fig. 27 Zelle *h*), die an den *Burdach*'schen Strang sich anschlossen. In einigen anderen Fällen war der nervöse Fortsatz mit zahlreichen Nebenästen versehen und einer *Golgi*'schen Zelle II. Art ähnlich, bevor er dem *Burdach*'schen Strang sich anschloss (Taf. III Zelle 18 und 38). Im Ganzen hält auch *v. Lenhossek* die Zellen, die ihren nervösen Fortsatz in den Dorsalstrang senden, für selten, was ich nur unterschreiben kann, da ich auch bei wiederholten Untersuchungen bisher nur Einmal eine Zelle fand, die ihren nervösen Fortsatz in die Randzone abgab.

Die Seitenstrangzellen gehören meist der Gegend an, die die Grenze zwischen Ventralhorn und Dorsalhorn bildet oder im Bereiche des *Cervix cornus posterioris* gelegen ist, können jedoch auch entschieden im Ventralhorne ihre Lage haben. Somit gehört jedenfalls die auffallende Gruppe der *Clarke*'schen Säulen zu denselben. Die zum Ventralstrange in Beziehung stehenden Zellen sind dagegen meist Angehörige des Ventralhornes und vor allem der ventralen medialen Zellengruppen desselben; auch ist zu bemerken, dass diese Zellen ihre nervösen Fortsätze meist durch die ventrale Kommissur auf die andere

Seite senden. Es können jedoch auch Zellen anderer Gegenden zum Ventralstrange in Beziehung treten (*Ramón y Cajal*); und was die ventrale Kommissur anlangt, so gehen nach Golgi bei Säugern und nach *Ramón y Cajal* beim Hühnchen Zellen aller Gegenden der grauen Substanz mit ihren Achsencylinder-

Fig. 390.

fortsätzen in dieselbe ein, wogegen *Ramón* bei Säugern, nur bei einigen Zellen des Dorsalhornes und der *Substantia gelatinosa* ein solches Verhalten beobachtete.

Fig. 390. Nervenzellen des Markes von Säugern. 1. Zelle aus dem Ventralhorne der Halsanschwellung eines Rindsembryo von 20 cm. *n* Hauptnervenfortsatz, *n'* n' Nebenfortsätze, der eine mit reicher Verästelung. 2. Strangzelle ? aus der *Subst. spongiosa* des dorsalen Horns eines Schweinsembryo von 17 cm mit mässig verzweigtem Nervenfortsatze, der vielleicht bei *n n* in zwei Strangfasern auslief. 3. 4. Nervenzellen II. Art aus den Dorsalhörnern desselben Schweinsembryo mit reich verzweigtem nervösem Fortsatze. 5. Zelle der *Substantia gelatinosa* desselben Embryo mit einfachem nervösem Fortsatze, der wahrscheinlich in die Randzone des dorsalen Stranges verlief. 6. 7. Zellen aus der *Subst. gelatinosa* desselben Embryo mit mässig verzweigten nervösen Fortsätzen, die vielleicht in den Dorsalstrang und Seitenstrang traten. 8. Zelle des ventralen Horns aus dem Lendenmarke eines Rindsembryo von 20 cm mit reichverzweigtem nervösem Fortsatze, der wahrscheinlich in eine Seitenstrangfaser überging. 9. Strangzelle von der Grenzgegend beider Hörner aus dem Lendenmarke eines Schafsembryo von 22 cm. Nervöser Fortsatz, der wahrscheinlich in den Vorderseitenstrang ging, mit zwei guten Verästelungen.

Die nervösen Fortsätze der Strangzellen lassen nach *Ramón y Cajal's* und meinen Erfahrungen z. Th. keine Seitenästchen erkennen (*Köll.* Rückenmark Fig. 30, 1, 2, 5; *Ramón y Cajal* IV Fig. 2 *bis*, 3, 4, 5, 6, 11, 13, 15, 16), in der Mehrzahl der Fälle dagegen geben dieselben eine gewisse, ja selbst sehr bedeutende Zahl von solchen ab (Fig. 390, 391), ohne jedoch ihre Selbständigkeit einzubüssen, welche Aestchen genau so enden wie diejenigen aller Collateralen (Siehe oben). Auch *Ramón* hat solche Zellen gesehen und abgebildet (IV Fig. 2 Zelle 10, Fig. 3 Zelle *J*, *N*, *K*, *L*) und *v. Lenhossek* (Taf. III Zelle 38). Das Ende der Stammfasern dieser nervösen Fortsätze ist sehr bemerkenswerth und kommen wesentlich folgende, von *Ramón* entdeckte Verhältnisse vor. In der Mehrzahl der Fälle biegt sich, wie *Golgi* dies zuerst sah, das Ende einer Stammfaser bogenförmig nahezu unter rechtem Winkel in eine longitudinale Strangfaser um, ein Verhalten, das an Querschnitten weniger leicht, sehr bestimmt an Längsschnitten zu beobachten ist. An solchen betrachte ich alle Fasern (Fig. 383 *l*, *n*), die aus den Längssträngen unter rechten Winkeln in die graue Substanz abbiegen und auf einem längeren Verlaufe innerhalb derselben keine Abnahme des Durchmessers zeigen, auch wenn dieselben nicht bis zu einer Zelle sich verfolgen lassen, als nervöse, in Längsfasern übergehende Zellenfortsätze, in welcher Beziehung *Ramón* mit mir übereinstimmt und in IV in Fig. 2 *a* bei 18 eine solche Faser abbildet.

Fig. 391.

Zweitens setzen sich die Enden der Stammfasern der Nervenzellen, indem sie gabelförmig sich theilen, in eine auf- und eine absteigende longitudinale Strangfaser fort, verhalten sich somit wesentlich so, wie die sensiblen Wurzelfasern an ihren Eintrittsstellen. Doch scheint *Ramón* anzunehmen, dass in gewissen Fällen solche nervöse Stammfasern auch einfach unter rechtem Winkel an longitudinale Strangfasern sich ansetzen, was mir noch nicht zu Gesicht kam, obschon ich viele Längsschnitte der Stränge untersuchte.

Endlich kommen noch Zwei- und Dreitheilungen solcher nervöser Fortsätze innerhalb der weissen Substanz vor (Fig. 390, 391), von denen vor-

Fig. 391. Ventralhornstrangzelle aus dem Lendenmark eines Rindsembryo von 20 cm. *n* Nervöser Hauptfortsatz, der bei *n'* in eine longitudinale Faser des Ventralstranges überging. Der daneben befindliche Endast ging vielleicht auch in eine solche Faser über, doch war dies nicht festzustellen, *n''* viele verzweigte Nebenäste. Bei starker Vergrösserung, ausgeführte Zeichnung verkleinert, *Golgi*.

läufig nicht nachgewiesen ist, ob deren Enden alle centralwärts verlaufen, was von vornherein wahrscheinlicher ist, oder auch distalwärts.

Durch spätere Untersuchungen von *Ramón* (Anat. Anz. 1890 S. 85 und S. 609) sind nun unsere Kenntnisse über das Verhalten der nervösen Fortsätze der Strangzellen sehr wesentlich erweitert worden. In gewissen Fällen nämlich theilen sich diese Stammfasern schon innerhalb der grauen Substanz in zwei oder drei gleichstarke Aeste, welche dann in ihrem weiteren Verlaufe ein verschiedenes Verhalten zeigen, indem sie entweder auf derselben Seite bleiben und beide in denselben Strang oder in verschiedene Stränge ein-

Fig. 392.

treten oder auf beide Seiten sich vertheilen, indem der eine Ast durch die ventrale Kommissur auf die entgegengesetzte Seite tritt. Demzufolge unterscheidet *Cajal* an diesen Strangzellen, die er *Cellules à cylindre axe complexe* nennt, folgende Arten: 1. Strangzellen der beiden Vorderstränge (Fig. 392 *A*), 2. Strangzellen des Dorsalstranges und des Seitenstranges derselben Seite, 3. Strangzellen des Hinterstranges und des ventro-lateralen Stranges der anderen Seite (Fig. 392 *B*, *C*), 4. Strangzellen des Seitenstranges und des Vorderstranges der anderen Seite, 5. Strangzellen, deren nervöse Aeste in einen und denselben

Fig. 392. Querschnitt des Markes eines 8 Tage alten Hühnerembryo, vergr. Nach *Ramón y Cajal*. *A* Zelle des linken Ventralhornes mit 3 Ausläufern, einen für den linken Ventralstrang *d* und zwei für den rechten Ventralstrang *a* und *d*. *C* Zwei Zellen des Dorsalhornes mit nervösen Ausläufern in den dorsalen Strang und durch die *Comm. alba* auf die entgegengesetzte Seite. *D* Zelle des Dorsalhorns mit 4 nervösen Enden im Dorsalstrange derselben Seite. *E* Zelle des Ventralhorns mit zwei Ausläufern in den ventro-lateralen Strang.

Strang derselben Seite, sei es Ventral-, Seiten- oder Dorsalstrang, gehen (Fig. 392 *D*). Aehnliche Beobachtungen von Theilungen von Stammfasern innerhalb der grauen Substanz wurden dann von mir mitgetheilt (Rückenmark Fig. 23 und Fig. 30, 7 und 10 vom Rind), doch handelte es sich in diesen Fällen nur um den 5. Fall von *Cajal.* Dagegen beschreibt *v. Gehuchten* auch den Fall 1 neben dem Fall 5 (Moëlle épinière pg. 15, Fig. 10*e*, Fig. 15) und *v. Lenhossek* sah beim Menschen den Fall 5 und 2 (l. c. 107, Tab. III Zellen 1, 7 und 40). Ferner möchte ich noch andeuten, dass die neulich von *Golgi* (l. c. S. 289) erwähnte III. Art von Nervenzellen des Rückenmarkes und des pes hippocampi major, die in seinem mir unbekannten Artikel Midollo spinale in Enciclopedia medica beschrieben sein soll, wenn ich die kurze Beschreibung richtig deute, mit den *Cellules à cylindre axe complexe* von *Ramón* in Eine Stufe zu gehören scheint, indem deren nervöse Fortsätze, freilich unter Abgabe von Seitenästchen, in 2—4 und mehr Nervenfasern der weissen Substanz übergehen.

Fig. 393.

c) Zellen, deren nervöse Fortsätze sich reich bis zu feinsten Enden verästeln und nicht aus der grauen Substanz heraustreten. Binnenzellen, Reflexzellen.

Diese von *Golgi* entdeckten und zuerst abgebildeten Zellen (Hauptwerk Taf. IIa, Fig. 6) finden sich allem Anscheine nach nur in den dorsalen Hörnern, jedoch, wie wir schon sahen, nicht als ausschliessliche Bestandtheile. Wenn *Golgi* (I) meldet, dass einige solcher Zellen auch in den Ventralhörnern sich finden, so möchte ich fragen, ob bei dieser Angabe nicht Verwechselungen mit jenen von mir beschriebenen Strangzellen stattgefunden haben, die eine ungemein grosse Zahl von Collateralen abgeben. Die auffallendsten Zellen der II. Art von *Golgi,* die ich sah, sind in meinen Figg. 25, 26 und 29 *b* und *c*

Fig. 393. Nervenzelle aus dem Dorsalhorne eines Schweinsembryo von 17 cm mit reich verästeltem nervösem Fortsatze. Starke Vergr., *Golgi.*

(Rückenmark) und hier in Fig. 390 dargestellt, und stammen von der Gegend der Spitze der Dorsalhörner, ausserdem fand ich solche Zellen auch in den übrigen Gegenden der Dorsalhörner, ja selbst am dorsalen Rande der *Substantia gelatinosa* (*Kölliker* Fig. 29 *a, d, e*). *Ramón y Cajal* hat solche Zellen auch gesehen und giebt in seiner I. Abh. Taf. XI, Fig. 2, 3, 4 schöne Abbildungen von Elementen der Art aus den *Clarke*'schen Säulen und der *Substantia gelatinosa*, ebenso im An. Anz. 1890 S. 114. In der Abhandlung Nr. IV sind dagegen nur wenig ausgeprägte solche Zellen in Fig. 3 *a* aus der Substanz von *Rolando* unter *H, R, S, T* abgebildet, dagegen betont der Autor im Text, dass viele Aeste der nervösen Ausläufer dieser Zellen vertikal verlaufen und so Bündel bilden, die vielleicht später zu den von mir sogenannten Längsfasern der Dorsalhörner sich gestalten, eine Annahme, mit der ich mich nicht einverstanden erklären kann, da die genannten Bündel aus langen, parallel verlaufenden Elementen bestehen.

Sehr wichtig für die Deutung dieser Zellen wäre es, wenn die letzten Endigungen der nervösen Ausläufer derselben sich mit Sicherheit bestimmen liessen. *Ramón y Cajal* lässt dieselben mit varikösen Verästelungen und frei enden (Nr, IV, p. 10) und auch *Golgi* stellt die einzige von ihm abgebildete Zelle so dar. Meine Präparate ergaben im Ganzen dasselbe, nur machten einzelne den Eindruck, als ob unter den Ausläufern des nervösen Fortsatzes auch stärkere nicht ästige Enden, wie Stammfasern sich fänden, was jedoch Folge einer nicht ganz vollständigen Versilberung sein könnte. Ferner möchte ich hervorheben, dass bis jetzt an keiner dieser Zellen die Enden in jener Form von Endbüscheln oder Endbäumchen vorkamen, die für die Collateralen so charakteristisch ist.

Auf die mannigfachen Formen der Nervenzellen und ihrer protoplasmatischen Ausläufer, so wie auf ihre verschiedene Grösse habe ich keinen Grund, weiter einzugehen als dies bereits geschehen ist, da diese Verhältnisse für einmal physiologisch kaum eine Verwerthung gestatten, und verweise ich in dieser Beziehung auf die Angaben und Abbildungen von *Ramón y Cajal*, indem ich zugleich betone, dass es ungemein schwer hält, im Einzelnen die genaue Gestalt der protoplasmatischen Ausläufer der fraglichen Zellen zu bestimmen. Viele derselben, ja die meisten, sind in ihrer ganzen Länge mit spitzen und wie körnigen Anhängen, mit feinen einfachen und ästigen Ausläufern besetzt, und gewinnen so unter Umständen ein ganz eigenthümliches Gepräge (s. m. Fig. 29, 30 und *Ramón y Cajal*, III, Fig. 4 *a A*, Fig. 3 *a* die meisten Zellen der *Substantia gelatinosa*), welches am allerauffallendsten an den Zellen der *Substantia gelatinosa* auftritt und dieselben, wie auch *Ramón y Cajal* hervorhebt, gewissen Gliazellen sehr ähnlich macht. Berücksichtigt man jedoch, einmal dass in anderen Fällen an Silberpräparaten diese Ausläufer ohne einen solchen Besatz und selbst, wenn auch selten, ganz glattrandig vorkommen, sowie zweitens, dass aus frischen Objekten isolirte Nervenzellen ohne Ausnahme glattrandige Dendriten besitzen, so ergiebt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass die oben geschilderten Formen Kunstprodukte sind.

Weiter ist über die Protoplasmafortsätze Folgendes erwähnenswerth. An Silberpräparaten ergeben sich dieselben von erstaunlicher Länge und mit den zahlreichsten gröberen Verästelungen, so dass manche derselben an Organen von

Neugeborenen die ganze Breite der grauen Substanz durchqueren und auch im Diameter dorso-ventralis die Hälfte derselben einnehmen (*Köll.* Fig. 21—24).

Das eigenthümliche schon erwähnte Verhalten gewisser motorischer Zellen der ventralen Hörner, dass dieselben einen Theil ihrer Ausläufer durch die ventrale Kommissur auf die andere Seite senden, finde ich auch, wenn schon wenig ausgeprägt, bei den Zellen in der Nähe der dorsalen Kommissur.

s F s

Fig. 394.

Sehr wichtig ist endlich, dass, wie *Golgi* entdeckt hat, viele Dendriten auch in die weissen Stränge eintreten und oft weit und selbst bis gegen die Oberfläche derselben vordringen, für welche Thatsache ich schon beim Anatomenkongresse in Berlin für das Mark des Ochsen ebenfalls Belege gab (siehe Anat. Anz. 1889) und die ich auch jetzt überall für alle untersuchten Säuger bestätigt finde (Fig. 394). Anastomosen der Protoplasmafortsätze vermag ich auch jetzt, eben so wenig wie früher, zu finden und muss ich besonders hervorheben, dass ich solche auch an Zellen vermisse, die nach der *Gerlach*'schen Methode dargestellt wurden. Dasselbe gilt, wie ich nachträglich bemerke, auch von den feinen Endästen der nervösen Fortsätze der Binnenzellen und Strangzellen.

Zusammenstellung der Resultate.

1. Die sensiblen Wurzelfasern theilen sich beim Eintritte in das Mark in einen hirnwärts und einen caudalwärts verlaufenden Schenkel, die in den Dorsalsträngen und oberflächlich an der *Substantia gelatinosa* in der Randzone derselben weiter ziehen.

2. Dass diese longitudinalen sensiblen Elemente zum Theil auf grosse Strecken (4—6 cm) verlaufen, ist durch die direkte Beobachtung entschieden, auf der anderen Seite aber auch sicher, dass ein nicht unerheblicher Theil derselben in die graue Substanz umbiegt und in derselben mit feinen Verästelungen frei endet.

3. Eine Verbindung dorsaler Wurzelfasern mit Nervenzellen der grauen Substanz des Markes ist bei Säugern bis anhin nicht beobachtet.

4. Alle sensiblen longitudinalen Strangfasern und zum Theil schon deren noch ungetheilte Stammfasern geben feine Seitenästchen, die sogenannten Collateralen von *Ramón y Cajal* ab, welche, in die graue Substanz eingetreten, in allen Gegenden derselben sich fein verästeln und frei enden. Besonders zahlreich sind diese Endigungen in der ventralen Grenzgegend der *Sub-*

Fig. 394. Aus dem Seitenhorn des Halsmarkes des Ochsen bei starker Vergr. gezeichnet und verkleinert. *s* Seitenstrang, *F* feine in die weisse Substanz eindringende Enden der Protoplasmafortsätze.

stantia gelatinosa und in den *Clarke*'schen Säulen, wo dieselben wie besondere Geflechte bilden, und dann im ventralen und lateralen Theile des Ventralhornes, welchen Gegenden lange, dichte Bündel besagter Collateralen zustreben.

5. Die motorischen Wurzelfasern entspringen von grösseren und kleineren Nervenzellen aller Theile des Ventralhorns der gleichen Seite mit einem einfachen nervösen Fortsatze, der in manchen Fällen (nach *Golgi* immer) rückläufige Seitenästchen abgiebt.

6. Die ventralen Stränge und die Seitenstränge des Markes bestehen, mit Ausnahme der Pyramidenbahnen, aus Fasern, welche von Nervenzellen aller Gegenden des Markes, den sogenannten Strangzellen, abgegeben werden. Diese Ventral- und Seitenstrangzellen entsenden von ihrem nervösen Fortsatze aus sehr häufig eine grössere oder geringere Zahl von Seitenästchen in die graue Substanz, welche in derselben frei enden. Je nach ihrer Endbestimmung zerfallen die Strangzellen

a) in solche, die in Strangfasern derselben Seite übergehen,
b) in andere, die durch die *Commissura alba* in die ventralen und Seitenstränge der andern Seite sich fortsetzen, sogenannte Kommissurenzellen, endlich
c) in Zellen, deren Fortsätze in Strangfasern beider Seiten übertreten *(Cellules à cylindre axe complexe, Ramón).*

Zellen der grauen Substanz, die Nervenfasern der Dorsalstränge den Ursprung geben, wie *Ramón y Cajal* und *v. Lenhossek* solche in selteneren Fällen gesehen haben, sind mir früher, ebenso wie *Golgi* und *v. Gehuchten* nicht zu Gesicht gekommen und muss ich auch jetzt dieselben bei Säugern als eine grosse Seltenheit betrachten.

7. Die Beziehungen der ebengenannten nervösen Fortsätze der Ventral- und Seitenstrangzellen zu den Fasern der weissen Substanz sind verschieden. In den einen Fällen gehen dieselben einfach durch Umbiegung aufwärts in eine Strangfaser über. Andere Male theilen sich dieselben vorher in 2—3 Aeste. Endlich kann auch ein solcher nervöser Fortsatz in eine auf- und eine absteigende Faser sich spalten oder scheinbar seitlich an eine Strangfaser sich ansetzen (Fasern von T-Form).

8. Die grosse Mehrzahl der Längsfasern der Ventral- und Seitenstränge, ja vielleicht alle, geben Seitenästchen, die Ventralstrang- und Seitenstrangcollateralen, ab, die in die graue Substanz, vor allem des Ventralhorns und des ventralen Theiles des Dorsalhorns, eintreten und da, eben so wie diejenigen der sensiblen Fasern, frei enden.

9. Die longitudinalen Fasern der Seiten- und Ventralstränge biegen in vielen Fällen unter meist rechten Winkeln in die graue Substanz um, und enden in derselben frei.

10. Alle Collateralen der Strangfasern, alle Seitenästchen von nervösen Zellenfortsätzen, sowie die sub 2 und 9 erwähnten Umbiegungen longitudinaler Strangfasern enden in derselben Weise. Dieselben geben unter spitzen oder rechten Winkeln eine grössere oder geringere Zahl von Aesten ab und erzeugen schliesslich feine Endbäumchen, welche die Nervenzellen umspinnen, ohne mit denselben sich zu verbinden oder unter einander Anastomosen zu bilden.

Die gröberen Collateralen verlaufen vorwiegend in den Querschnittsebenen des Markes oder in schwach schief aufsteigenden Ebenen, während die feineren und feinsten Enden oft schief und longitudinal gerichtet sind. Letzteres kommt auch bei gröberen Collateralen vor und bilden dieselben manchmal selbst kleine Längsbündel.

11. Die *Commissura alba* besteht:
a) aus nervösen Fortsätzen von Zellen der grauen Substanz aller Gegenden der Querschnittsebenen, die nach geschehener Kreuzung in longitudinale Fasern der Ventralstränge und der ventro-lateralen Stränge sich fortsetzen,
b) aus sich kreuzenden Collateralen der Ventralstränge und der Seitenstränge,
c) aus sich kreuzenden Umbiegungen von Strangfasern der ventralen Pyramidenbahn,
d) aus sich kreuzenden Protoplasmafortsätzen eines Theiles der medialen Zellen der Ventralhörner,
e) zweifelhaft sind von *Golgi* und *v. Lenhossek* beschriebene nervöse Fortsätze von Zellen von *Golgi*'s II. Typus, die in der Kommissur auf die andere Seite übergehen sollen.

12. Die *Commissura grisea* besteht:
a) aus sich kreuzenden Collateralen der sensiblen Wurzelfasern,
b) möglicherweise aus Kreuzungen von Collateralen des dorsalen Theiles der Seitenstränge.
c) Zweifelhaft sind mir Kreuzungen von nervösen Fortsätzen der Zellen seitlich am Centralkanale und der *Substantia gelatinosa* (*Ramón y Cajal* III, p. 17 zwei Beobachtungen),
d) dagegen in seltenen Fällen sicher Kreuzungen von Protoplasmafortsätzen von Zellen der Dorsalhörner.

13. Die Nervenzellen zerfallen:
a) in motorische Zellen (s. sub 5)
b) in Zellen der Stränge (s. sub 6 und 11 a),
c) in Zellen, deren nervöser Fortsatz nicht aus der grauen Substanz herausgeht und sich in derselben gleichmässig fein verästelt. Solche Elemente finden sich nur im Dorsalhorn.

14. Grösse, Form und Verbreitung der Nervenzellen und ihrer protoplasmatischen Ausläufer sind vielen Wechseln unterworfen, deren Bedeutung vorläufig vollkommen unklar ist. Nur so viel ist sicher, dass grosse Nervenzellen nicht nur in der motorischen Sphäre vorkommen.

15. Die Protoplasmafortsätze aller Nervenzellen verästeln sich aufs feinste über grosse Strecken nach allen Richtungen, dringen oft in die weisse Substanz hinein, geben keinen Nervenfasern den Ursprung und anastomosiren nicht.

§ 126.

Feinerer Bau des Markes, Fortsetzung. Rückenmark des Erwachsenen. Vergleicht man das Mark ausgebildeter Geschöpfe mit demjenigen von Embryonen, so ergiebt sich, dass die Nervenzellen in beiden Fällen

im Wesentlichen sich gleich verhalten mit dem Unterschiede jedoch, dass beim Erwachsenen die nervösen Fortsätze nicht weit zu verfolgen sind, so dass es nicht gelingt, einigermassen genauere Beobachtungen über dieselben anzustellen.

Was dagegen die Nervenfasern anlangt, so springt sofort der grosse Unterschied in die Augen, einmal dass beim Erwachsenen keine nackten Achsencylinder mehr vorkommen, wenigstens an Präparaten, die nach der *Golgi*'schen Methode behandelt wurden, nicht aufzufinden sind und zweitens, dass auch im Allgemeinen keine Verästelungen von Nervenfasern und Seitenästchen derselben zur Beobachtung gelangen. Man könnte so beinahe zur Annahme verführt werden, dass das Mark des Erwachsenen wesentlich anders gebaut sei, als dasjenige des Embryo. Eine solche Vermuthung wäre jedoch sicherlich unberech-

Fig. 395.

tigt und sollen im Folgenden die Gründe dargelegt werden, welche zu diesem Ausspruche führen.

Die wichtigsten Eigenthümlichkeiten des fötalen Markes sind 1. die Collateralen der Strangfasern, 2. die freien Endigungen dieser Collateralen, vieler Strangfasern und der sensiblen Wurzelfasern und 3. die gabelförmigen Theilungen der sensiblen Wurzelfasern und ihr direkter Anschluss an die Fasern der Dorsalstränge, während keine sensible Wurzelfaser unmittelbar in die Dorsalhörner eingeht. Betrachten wir nun das Mark des Erwachsenen mit Rücksicht auf diese 3 Punkte genauer, so finden wir Folgendes:

Fig. 395. Querschnitt des Halsmarkes eines zweijährigen Kindes nicht ganz 10 mal vergr. (*Weigert*). Die Zellen des Vorderhorns bilden 1. eine mediale Gruppe mit einer ventralen und dorsalen Abtheilung, 2. eine laterale Gruppe mit einer ventralen, einer dorsalen Abtheilung und 3. eine Gruppe im Seitenhorn mit einem lateralen und einem medialen Haufen. Sehr entwickelt sind die Collateralen des Dorsalstranges in das Ventralhorn. *L Lissauer*'sche Randzone, *B Burdach*'scher Strang, *Z Goll*'scher Strang. Eine zarte graue dorsale und eine starke weisse Kommissur vorhanden.

ad 1. Fasern, welche wie die Collateralen des fötalen Markes verlaufen, sind im Marke des Erwachsenen an *Weigert*'schen Präparaten sehr leicht nachzuweisen. Im ganzen Umkreise des ventralen Hornes dringen in feineren und gröberen Bündeln aus dem Ventralstrange und dem Seitenstrange eine grosse Zahl feiner Nervenfasern, von denen die stärksten kaum über 4 μ und die feinsten 1—2 μ messen, horizontal oder leicht schief in die graue Substanz hinein, lassen sich da oft noch als Bündel weit verfolgen und lösen sich

Fig. 396.

schliesslich in ein Flechtwerk feinster Fäserchen auf, das alle Zellen und vor allem die grossen motorischen Nervenzellen umstrickt. Aehnliche Elemente kommen aus der Ecke des Seitenstranges und weiter dorsalwärts aus diesem selbst heraus und dringen in das Dorsalhorn, wo sie ebenfalls in dem feinen Flechtwerk sich verlieren, das auch hier alle Zellen umgiebt. Verfolgt man diese Faserbündel in die Stränge hinein, so ergiebt sich, dass dieselben den

Fig. 396. Vom unteren Lendenmark des Menschen nach einem Präparate von *Klönne* und *Müller* in Berlin (Nr. 11153), Färbung nach *Weigert* und *Pal*. Es ist ein Theil der grauen Substanz des ventralen Hornes mit den angrenzenden Theilen des Seitenstranges dargestellt zum Nachweise der feinen markhaltigen Fasern, die aus dem Seitenstrange in die graue Substanz eintreten und die hier mit zierlichen pigmentirten Granulis versehenen Nervenzellen umgeben. Starke Vergr.

gefässhaltigen Scheidewänden folgend, welche die Stränge zierlich zerklüften (siehe unten), mehr weniger weit, ja selbst bis nahe an die Oberfläche in die Stränge eindringen und nach und nach zarter werdend, indem Faser um Faser sich verliert, schliesslich ganz fein mit einzelnen Fäserchen enden.

Ganz verschieden von diesen Fäserchen, die ich entschieden für Collateralen halte, sind stärkere Fasern, die aus der grauen Substanz der ventralen Hörner in den Seitenstrang und durch die weisse Kommissur in den Ventralstrang und die ventralen Hörner der anderen Seite treten und in den betreffenden Strängen, besonders in dem Seitenstrange ebenfalls weit in dieselben hinein und bis gegen die Oberfläche sich verfolgen lassen. Diese Fasern, die den Durchmesser der gröberen Strangfasern besitzen, halte ich für nervöse Fortsätze derjenigen Zellen der grauen Substanz, die oben als Strangzellen bezeichnet wurden, welche in logitudinale Fasern der Stränge übergehen.

Zu den vorhin beschriebenen Collateralen gehören nun auch ohne Zweifel alle Fasern und Faserbündel, die aus den dorsalen Strängen selbst und scheinbar aus den dorsalen Wurzeln in die *Substantia gelatinosa* und in das dorsale Horn eintreten. Verfolgt man die gröberen Fasern der sensiblen Wurzeln, die nach *Lissauer*'s Beobachtung die mediale Seite derselben einnehmen, so findet man, dass keine dieser Fasern, die z. Th. in den Dorsalstrang, z. Th. in die Randzone der *Subst. gelatinosa* eintreten, als solche weiter geht, vielmehr sind alle Fasern dieser Substanz feine und feinste Elemente gerade wie die oben als Collateralen der ventralen und Seitenstränge gedeuteten Bildungen. Somit wäre entweder anzunehmen, dass die sensiblen Wurzelfasern in ihrem weiteren Verlaufe erheblich sich verschmälern, wie ich das früher that, oder es wären die betreffenden feinen Elemente als collaterale Aestchen der sensiblen Wurzelfasern anzusehen und anzunehmen, dass diese letzteren mit ihrer ursprünglichen Stärke den hinteren Strängen sich anschliessen. Für die Richtigkeit der letzten Auffassung spricht auch noch das, dass von den genannten feinen Fasern eine bedeutende Zahl aus den ventralen Theilen der Dorsalstränge abstammen, in welche keine sensiblen Wurzelfasern gelangen und an der lateralen Fläche derselben in Richtungen (quer oder selbst schief nach der ventralen Seite hin) austreten, welche jeden Gedanken an einen unmittelbaren Zusammenhang derselben mit sensiblen Wurzeln ausschliessen.

Die feinen lateralen Fasern der sensiblen Wurzeln bieten natürlich zu keinen solchen Ableitungen Veranlassung, wie sie eben gemacht wurden, und lässt sich bei diesen nur vermuthen, dass dieselben ebenso sich verhalten, wie die gröberen Fasern, da bei Embryonen alle sensiblen Wurzelfasern sich gleichmässig theilen und Collateralen abgeben.

Aus dem bisher geschilderten geht somit hervor, dass im Marke des Erwachsenen unzweifelhaft: 1. Fasern vorkommen, die wie die nervösen Fortsätze der Strangzellen sich verhalten und 2. Elemente, welche wie die Collateralen des fötalen Organes, aus den weissen Strängen in die graue Substanz hineinlaufen. Der volle Beweis der Identität der letztgenannten Fasern mit den Collateralen wäre jedoch erst dann erbracht, wenn sich nachweisen liesse, dass dieselben beim Erwachsenen ebenso entspringen und enden wie dort. Letzterer Punkt wird sub 2 besprochen werden und bemerke ich hier über die erste Frage

Folgendes: Trotz vieler Bemühungen ist es mir bis jetzt nur in einigen wenigen Fällen gelungen, im Marke des erwachsenen Menschen den Abgang von Collateralen von Strangfasern zu sehen, doch zweifle ich nicht daran, dass es möglich sein wird, an isolirten Achsencylindern von Strangfasern solche Beobachtungen häufiger anzustellen. Bei der Katze ist es mir ebenfalls geglückt, im Marke eines 11 Tage alten Thieres in den Hintersträngen Collateralen an Fasern zu beobachten, die bereits markhaltig waren, und ebenso in der *Medulla oblongata* an den Elementen der äusseren Bogenfasern. Dasselbe meldet *Ramón y Cajal* (Anat. Anz. 1890 S. 90) vom Marke junger Thiere, das nach Pal gefärbt war und fügt er noch bei, dass die Collateralen von *Ranvier*'schen Einschnürungen ihren Ursprung nehmen, welche dieser Autor, wie oben auseinandergesetzt wurde, auch an centralen Fasern annimmt, mit welchem Rechte und auf welche Thatsachen gestützt, ist mir allerdings unbekannt, da es mir bis jetzt nicht geglückt ist, an den markhaltigen Fasern der Centralorgane *Ranvier*'sche Einschnürungen zu finden (siehe oben S. 4).

Ad 2. Freie Endigungen irgend welcher Nervenfasern im Rückenmarke des Erwachsenen zu finden, ist mir bisher nicht geglückt. Aus dem Umstande, dass das nach den *Golgi*'schen Methoden behandelte Mark erwachsener Geschöpfe (Mensch, Ochs, Katze, Kaninchen), sowie das mit Osmiumsäure behandelte frische Mark keine marklosen Fäserchen, keine nackten Achsencylinder zeigt, könnte der Schluss abgeleitet werden, dass das ausgebildete Mark nur markhaltige Nervenfasern besitzt und dass alle Collateralen bis zu ihren letzten Endigungen markhaltig sind, wie dies auch *Ramón y Cajal* annimmt (Anat. Anz. 1890 S. 90); doch kann ein solcher Schluss keineswegs als gesichert betrachtet werden, da die *Golgi*'sche Methode doch viele Unsicherheiten in sich birgt und am frischen Marke marklose Nervenfasern und Ausläufer einerseits von Protoplasmafortsätzen der Nervenzellen, anderseits von Gliazellen schwer zu unterscheiden sind. Ich möchte daher für einmal nur soviel sagen, dass bis jetzt marklose Nervenfasern im Marke erwachsener Thiere nicht zur Beobachtung gekommen sind.

Dasselbe negative Ergebniss habe ich auch in Betreff der gröberen Verästelungen der Collateralen und der Enden der Strangfasern innerhalb der grauen Substanz zu verzeichnen. Immerhin kann hier erwähnt werden, dass aus älterer und neuerer Zeit einige Beobachtungen über Theilungen von dunkelrandigen Nervenfasern und von Achsencylindern im Marke der Centralorgane vorliegen, wie von *Ehrenberg*, *Volkmann*, *E. H. Weber*, *Remak* (Observat. pg. 17), *mir selbst* (Mikr. Anat. II S. 427), von *Hessling* (Fror. Notizen 1849 April) im Gehirne von *Cyprinus alburnus*, von *Gerlach* im Marke; doch ist wohl keiner dieser Fälle so gesichert, dass man mit Bestimmtheit sagen könnte, um was es sich bei denselben handelte.

Bei dieser Sachlage erscheint es nun doch von grosser Wichtigkeit, dass die Vertheilung der feinen und gröberen Fasern innerhalb der grauen Substanz beim Erwachsenen solche Eigenthümlichkeiten zeigt, dass die Annahme sehr nahe liegt, dass die ersteren ebenso sich verhalten wie beim Fötus und Neugeborenen. Ohne Ausnahme nämlich bilden die feinen und feinsten Fasern überall dichte Plexus um die Nervenzellen herum (Fig. 396) und wenn auch dieselben nicht als von sich verästelnden Elementen gebildet zu erkennen sind, was bei ihrer Dichtig-

keit kaum Wunder nehmen kann, so zeigen dieselben doch wesentlich denselben Habitus wie beim Fötus. Die schönsten solcher Geflechte liegen auch hier um die grossen motorischen Zellen herum, doch fehlen dieselben nirgends und sind auch an anderen Orten z. Th. sehr zierlich, wie z. B. in den *Clarke*'schen Säulen, wo dieselben schon früher manchen Beobachtern auffielen. Grosse Beachtung verdient endlich, dass die feinsten an solchen Präparaten vorkommenden Fäserchen nahezu dieselben geringen Durchmesser zeigen, die an *Golgi*'schen Präparaten von Embryonen vorkommen. So finde ich beim Erwachsenen vor allem in der dorsalen Kommissur, dann in der *Substantia gelatinosa*, endlich in den Nervenplexus, die die grossen motorischen Zellen umgeben, in Menge dunkelrandige Elemente, die nur Bruchtheile von 1 μ betragen. Solche Fäserchen können nur den letzten Endigungen von Collateralen oder Strangfasern angehören, auch wenn dieselben keine Theilungen und wirkliche Enden zeigen.

ad 3. Die Theilungen der sensiblen Wurzelfasern anlangend, so habe ich vorläufig nur beim Menschen den Versuch gemacht, dieselben an den dunkelrandigen Fasern nachzuweisen und ist es mir auch gelungen, an Frontalschnitten nach *Weigert* gefärbter Präparate solche in einigen wenigen Fällen mit Sicherheit zu beobachten. Und zwar betrafen die Theilungen, die ich sah, sowohl breite als feine Fasern der dorsalen Wurzeln. Auch mit Bezug auf diese Verhältnisse habe ich die feste Ueberzeugung, dass sich Methoden finden werden, welche einen leichten Nachweis derselben gestatten werden, doch lag für mich kein Grund vor, dieser Aufgabe viele Zeit zu widmen, da nicht der geringste Zweifel besteht, dass die beim Fötus gefundenen Verhältnisse auch für den Erwachsenen Geltung haben.

Alles wohl erwogen glaube ich nicht zu irren, wenn ich, obschon z. Th. nur als Hypothese, annehme, dass das Mark des Erwachsenen das nämliche Verhalten der Fasern und denselben Faserverlauf zeigt, wie dasjenige des Fötus.

§ 127.

Muthmasslicher Zusammenhang der Elemente des Markes. Allgemeine physiologische Ableitungen. In den 24 Jahren, welche seit der Ausgabe der 5. Auflage dieses Handbuches verstrichen sind, haben sich unsere Kenntnisse über den Verlauf und die Beziehungen der Elemente des Markes zu einander sehr wesentlich geändert und darf man nun mit mehr Aussicht auf Erfolg als damals über diese schwierigen Verhältnisse sich äussern.

Näher auf diese Fragen eingehend ist es vor allem nöthig, die Leistungen der nervösen Elementartheile des Markes im Allgemeinen zu kennen und da ergiebt dann eine Umschau Folgendes: Das Rückenmark enthält wesentlich nur zweierlei Nervenfasern: centrifugal und centripetal leitende. Beide Gruppen zerfallen dann wiederum in zwei Unterabtheilungen, je nachdem dieselben direkt mit den motorischen und den Sinnesapparaten in Verbindung stehen oder indirekt und lassen sich demzufolge folgende Nervenfasereinheiten (*Neurônen*) annehmen:

1. Direkt motorische Neurônen — die motorischen Wurzeln und ihre Ausbreitungen;

2. indirekt motorische Neurônen — die Pyramidenbahnen;

3. direkt sensible Neurônen — die sensiblen Wurzeln mit ihren peripheren Theilen und mit ihren direkt der Sensibilität dienenden Leitungsbahnen in den Dorsalsträngen sammt allen Collateralen;

4. indirekt sensible Neurônen. Hierher zählen a) als lange Bahnen alle von Strangzellen des Markes entspringenden Strangfasern mit allen ihren Collateralen, somit die ganze weisse Substanz des Markes mit Ausnahme der Pyramidenbahnen und der direkt sensiblen Bahnen. b) Als kurze Bahnen die nervösen Fortsätze der *Golgi*'schen Zellen der II. Art.

Ebenso wie die Fasern zerfallen auch die Zellen:

1. In direkt motorische — die Ursprungszellen der motorischen Wurzelfasern;

2. in indirekt motorische — die Ursprungszellen der Pyramidenbahnfasern;

3. in direkt sensible — die Zellen der Spinalganglien;

4. in indirekt sensible — alle Strangzellen und die *Golgi*'schen Zellen der II. Art.

Diesem zufolge sind im Rückenmarke die centripetalleitenden Elemente, die man allgemein als sensible bezeichnen kann, bei weitem vorwiegend.

Fragen wir nun weiter nach der Art und Weise der Einwirkung der Elemente des Markes aufeinander, so ergiebt sich, dass dieselben in einer doppelten Weise sich gestalten.

In den einen Fällen wirken die Zellen und Nervenfasern unmittelbar auf einander und zwar so, dass die Erregung von den Zellen ausgeht, während in den andern Fällen eine Actio in distans statt hat, so dass Nervenfasern, ohne mit den Zellen in Verbindung zu stehen, dieselben beeinflussen.

Unmittelbare Einwirkungen von Zellen auf Fasern finden sich:

1. Bei den Fasern der motorischen Wurzeln, die als unmittelbare Fortsetzungen der nervösen Fortsätze gewisser Zellen der Ventralhörner erscheinen.

2. Bei allen Strangzellen und den von ihnen entspringenden Längsfasern der Stränge.

3. Bei den Zellen von *Golgi*'s II. Typus in ihren Beziehungen zu ihren reich verästelten nervösen Fortsätzen.

4. Bei den Spinalganglien, deren Nervenzellen entweder direkt (bipolare Zellen) oder vermittelst einer T-förmigen Faser mit den sensiblen Fasern sich verbinden.

Im ersten Falle ist es unzweifelhaft, dass die Nervenzelle erregend auf die motorische Faser einwirkt und wird es so in hohem Grade wahrscheinlich, dass dasselbe auch im 2. Falle statthat. Somit würde beide Male die Erregung cellulifugal sich fortpflanzen, wenn sie auch nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauche in dem einen Falle centrifugal, im andern meist centripetal vor sich geht.

Im dritten Falle (Spinalganglien) wirkt die Zelle, wie es scheint, in vielen Fällen gar nicht erregend auf die mit ihr verbundenen Nervenfasern ein, in denen die Leitung nur nach einer Seite centripetal statt hat, in andern Fällen dagegen scheinen solche Verhältnisse Platz zu greifen, wenigstens für den Fall, dass die neuen Beobachtungen von *Ehrlich* und vor allem von *Ramón* sich

bestätigen, denen zufolge die Spinalganglienzellen von Endigungen gewisser (sympathischer?) Nervenfasern umsponnen werden (Pequennas communic. anat. 20. Dez. 1890 I). Abgesehen hiervon lässt sich mit Recht annehmen, dass die betreffenden Zellen die Rolle von Ernährungsorganen der Nervenfasern spielen, wofür der Beweis darin liegt, dass die sensiblen Fasern stets zu Grunde gehen, wenn sie nicht mit den Spinalganglien in Verbindung stehen. Bei Durchschneidungen an der distalen Seite der Ganglien entarten alle peripherischen Fasern absteigend, bei solchen an der proximalen Seite alle centralen Fasern aufsteigend. (Eigene Versuche contra *F. Krause* und *Friedländer*.)

In einem zweiten Falle stehen Zellen und Fasern in keiner unmittelbaren Verbindung und können nur durch Kontakt auf einander wirken. Solche Verhältnisse finden sich:

1. Bei den sensiblen Wurzelfasern, die theils schon im Marke, theils in der *Medulla oblongata* in die graue Substanz abbiegen und mit feinen Aestchen frei enden.

2. Bei den Endigungen von vielen longitudinalen Fasern der ventralen und Seitenstränge, die in die graue Substanz eintreten.

3. Bei den Endigungen der Collateralen aller Stränge innerhalb der grauen Substanz.

4. Bei den Endigungen der Seitenästchen der Nervenfaserfortsätze vieler Zellen der grauen Substanz.

5. Bei den nervösen Fortsätzen gewisser Zellen der Dorsalhörner, die in toto aufs feinste innerhalb der grauen Substanz sich verästeln.

Da in vielen Fällen leicht nachzuweisen ist, dass die genannten Faserenden die Nervenzellen dicht umspinnen, ohne mit denselben sich zu verbinden, so ist die Hypothese gerechtfertigt, dass hier eine Einwirkung durch Kontakt vor sich gehe, für welche Art der Wirkung in neuester Zeit *Forel*, *His*, *Ramón y Cajal* und *ich* uns ausgesprochen haben, während andere Beobachter, wie *Nansen* und vor allem *Golgi* und seine Schüler an der Annahme eines allverbreiteten zusammenhängenden Nervennetzes im Sinne von *Gerlach* festhalten. In dieser Beziehung bemerke ich noch folgendes. Es würde der Lehre von der Actio in distans der Nervenelemente auf einander einen harten Stoss versetzen, wenn ein so hervorragender und umsichtiger Forscher wie *Golgi* ganz entschieden und bestimmt gegen dieselbe sich ausspräche. Ich finde jedoch in den älteren und neueren Auslassungen *Golgi*'s über das Nervennetz nirgends jene Bestimmtheit, die in einer so wichtigen Frage hervorzutreten hätte, wenn dieselbe ausschlaggebend sein sollte. Meist bleibt der Leser im Zweifel, ob der *intreccio* nun wirklich ein Netz oder nur eine dichte Verflechtung, einen Filz bedeute. Ja selbst in seiner letzten grossen Arbeit (Nr. VI S. 293) blieben mir trotz einer etwas sicherer lautenden Stelle noch Zweifel. wo es heisst: „In meinen Präparaten macht das sehr dichte und feine interstitielle Geflecht nicht allein im Ganzen den Eindruck eines Netzgewebes, sondern es lassen sich wirklich Verbindungen von Faser zu Faser nachweisen, so dass vollkommen geschlossene Maschen entstehen. Aber die Beobachtung dieser Thatsache gelingt durchaus nicht so leicht und so häufig, dass man daraus die Gesetze verstehen könnte, denen die Bewerkstelligung dieser Verbindungen unterworfen scheint. Ob es

sich um ein Netz im eigentlichen Sinne des Wortes oder um nur ein Geflecht handelt, darüber glaube ich noch die grösste Reserve beobachten zu sollen; indem ich für jetzt nur feststelle, dass es sich um eine unendliche Theilung von Fasern handelt. Ich muss indessen hinzufügen, dass sich bei der Feinheit und der ausserordentlichen Komplikation und Innigkeit der Beziehungen des Fasergewebes, wie sie sich in den Sublimatpräparaten darstellt, die materielle Verbindung oder das Zusammenfliessen von Faser mit Faser nicht mehr als ein nothwendiges Erforderniss erscheint, um die funktionellen Beziehungen zwischen den verschiedenen Zellengruppen und Provinzen des Centralnervensystems zu erklären." In den Zweifeln, die diese Stelle erweckt, wird man nur bestärkt, wenn man weiss, dass *Golgi* nirgends das fragliche Netz abbildet, sowie dass er auch an einem Orte, wo man dasselbe von seinem Standpunkte aus sicher erwarten dürfte, nämlich bei den Verästelungen seiner Zellen des II. Typus, nirgends ein Netz oder Anastomosen zeichnet, obschon er Verästelungen der Art darstellt, die an Reichthum der Verzweigungen ihres Gleichen suchen, wie bei den kleinen Zellen der *Fascia dentata* (Nr. III Taf. XXIII).

Wenn es nur auf Abbildungen ankäme, so wäre *Dogiel* ein viel gefährlicherer Gegner der Actio in distans-Theorie als *Golgi*, indem derselbe in älteren und neueren Arbeiten über die Netzhaut sowohl Anastomosen der Dendriten der Nervenzellen derselben, als auch eine netzförmige Vereinigung von Achsencylinderfortsätzen und ein Entspringen von solchen aus dieser und aus Dendritennetzen in prachtvollen klaren Bildern darstellt (siehe auch die eben erschienene Arbeit im Arch. f. mikr. Anat. 1893 Bd. 41 Heft 1 Taf. IX u. X). Ich kann jedoch nicht umhin, diese Bilder mit Zweifeln zu betrachten, da ich weiss, wie schwer es hält bei reichen Verästelungen, wie z. B. bei den *Purkinje*'schen Zellen und den Enden der Collateralen, Kreuzungen feiner Fäserchen von Verbindungen zu unterscheiden, und möchte auch noch aus dem Grunde die Netzhaut in dieser Frage nicht voranstellen, da Niemand mit Sicherheit zu sagen im Stande ist, welche Elemente dieser Haut nervös und welche Gliazellen sind. Auch *Ramón* hält die *Dogiel*'schen Netze für Trugbilder (Nr. VIII).

Was die Dendriten der Nervenzellen anlangt, so bin ich auch im Verlaufe meiner neuesten Untersuchungen über die Bedeutung derselben nicht vollkommen ins Klare gekommen und sehe mich vorläufig nicht in der Lage, eine ganz bestimmte Ansicht zu äussern. Sicher ist, dass diese Elemente nicht in Nervenfasern sich fortsetzen und nicht anastomosiren. Demzufolge könnten dieselben, wenn sie leitende nervöse Apparate wären, nur durch Kontakt in folgenden Weisen thätig sein. Einmal könnten dieselben auf andere Protoplasmafortsätze wirken und so Uebertragungen von Zelle zu Zelle vermitteln. Oder es könnten dieselben zweitens Zellenkörper direkt beeinflussen oder drittens auf Endverästelungen von Nervenfasern einwirken oder umgekehrt von solchen beeinflusst werden. Im ersten und dritten Falle würden die Dendriten cellulifugal und cellulipetal wirksam sein, im zweiten nur cellulifugal.

Die über die Protoplasmafortsätze bekannt gewordenen Thatsachen sind z. Th. nach der einen, z. Th. nach der anderen Seite verwerthbar und sollen dieselben bei der grossen Wichtigkeit dieser Frage hier noch im Einzelnen besprochen werden, ohne spezielle Rücksichtnahme auf das Rückenmark allein.

Für die nervöse Natur der Protoplasmafortsätze sprechen:

a) Ihre Struktur und ihre chemische Natur, die nicht wesentlich von derjenigen der nervösen Fortsätze der Nervenzellen abweicht, wie namentlich frische Objekte lehren; denn wenn auch Protoplasmafortsätze mehr feinstreifig, nervöse Fortsätze mehr homogen aussehen, so ist doch hierauf kein grösseres Gewicht zu legen, da ja auch die letzteren unzweifelhaft aus Achsenfibrillen bestehen.

b) Der Umstand, dass nicht selten, wie auch *Golgi* zugiebt, nervöse Fortsätze von den Stämmen von Protoplasmafortsätzen und zwar oft in nicht unbedeutender Entfernung vom Zellenkörper entspringen. In dieser Beziehung sind besonders die Erfahrungen *Ramón y Cajal*'s über den *Lobus opticus* der Vögel wichtig (siehe Taf. IX die Zellen *j, u, o*) und noch bedeutungsvoller diejenigen über die Zellen der äussersten Rindenlage des Kaninchengrosshirns, deren Protoplasmafortsätze z. Th. nach längerem Verlaufe je in einen protoplasmatischen und einen nervösen Fortsatz sich theilen.

c) Die grosse Uebereinstimmung der Protoplasmafortsätze im Bau mit denjenigen der Körper der Nervenzellen, der doch unmittelbar an den nervösen Funktionen sich betheiligt, wie die motorischen Zellen des Markes wohl unwiderleglich beweisen.

d) Die grosse Mannigfaltigkeit in der Zahl, Grösse und Verbreitungsart dieser Fortsätze, die sehr oft in keiner Beziehung zur Grösse der Zellen steht und auf besondere physiologische Beziehungen derselben hinweist. Hier scheinen besonders massgebend die so eigenthümlichen Pyramidenzellen des Grosshirns, die *Purkinje*'schen Zellen mit ihren die ganze Molekularlage des Cerebellum durchziehenden Dendriten, die nach zwei entgegengesetzten Seiten sich verästelnden Zellen des Ammonshorns (*Golgi*), die Zellen des Rückenmarks, deren reiche Dendritenbüschel in der vorderen Kommissur sich kreuzen (*Ramón*).

e) Weiter erwähne ich als besonders wichtig die Möglichkeit, dass Nervenzellen vorkommen, die nur Dendriten und keine nervösen Fortsätze haben. Als solche führt *Ramón* die nach zwei Seiten verästelten Zellen der Körnerschicht des *Bulbus olfactorius* auf. Auch *Golgi*, der diese Zellen den kleinen Pyramidenzellen des Grosshirns vergleicht, war nicht im Stande, an denselben mit Sicherheit einen nervösen Fortsatz zu finden. Auch in der Netzhaut scheinen solche Zellen vorzukommen.

f) In einer andern Weise, aber ebenso schlagend ist die Thatsache, dass bei Wirbelthieren und bei Wirbellosen multipolare Nervenzellen sich finden, die keine Unterschiede ihrer verschiedenen Ausläufer zeigen, die alle für marklose Nervenfasern zu halten sind. Bei Wirbelthieren gehören hierher viele Zellen des *Sympathicus* (*ich, Ramón*), ob alle, ist noch zweifelhaft und wie man bis jetzt annahm, die von *Panasci* und *Fusari* beschriebenen Zellen in der Zungenmucosa, die sich jedoch nach den neuesten Untersuchungen von *Retzius* (Biol. Unters. IV S. 25) als Bindegewebszellen ergeben. Bei Wirbellosen sind multipolare Zellen selten. Wo dieselben aber vorkommen, zeigen sie Verhältnisse, die gegen das Vorkommen von zweierlei Fortsätzen sprechen. Zwar besitzen die betreffenden Zellen neben feineren verzweigten Ausläufern einen stärkeren Fortsatz. Allein dieser giebt ebenfalls, wie *Retzius* nachweist, feinere Verzweigungen ab und ist kein Grund vorhanden, die einen

dieser Aestchen für nervös zu halten und die andern nicht (s. *Retzius* Biol. Unt. Neue Folge I Taf. VIII und X).

g) Von der grössten Bedeutung in dieser Frage ist der zuerst durch *Golgi* und dann später durch *Ramón* und seinen Bruder, durch *v. Gehuchten* und *mich* ermittelte Bau der *Glomeruli olfactorii*. In diesen enden einerseits die von gewissen Zellen des Riechepithels entspringenden feinen *Fila olfactoria* mit reichen Verästelungen, während auf der andern Seite gewisse Dendriten von Zellen des Bulbus in denselben sich reich verzweigen, deren nervöser Fortsatz im *Tractus olfactorius* zum Gehirn läuft. Unzweifelhaft findet hier eine Uebertragung von Enden von Nervenfasern auf letzte Ausläufer von Dendriten statt und muss man ferner annehmen, dass dieselben ihren Zustand cellulipetal weiterleiten. In derselben Weise müssen auch in der Netzhaut die Zellen des *Ganglion nervi optici*, die ihre nervösen Fortsätze in den Opticus senden, und die bipolaren Zellen des *Ganglion retinæ* ihre Erregungen durch ihre Dendriten erhalten, auf welche die Enden der nervösen Fortsätze der bipolaren Zellen und die Enden der Stäbchen- und Zapfenfasern Kontaktwirkungen auszuüben im Stande sind.

Für eine Beziehung der Protoplasmafortsätze zu andern Funktionen und gegen die Annahme einer nervösen Verrichtung derselben sind anzuführen:

a) Das sehr häufige Eindringen von Protoplasmafortsätzen in die Stränge der weissen Substanz des Markes, in denen die Enden derselben oft bis gegen die Oberfläche sich fortsetzen. Diese Thatsache, die *Golgi* entdeckt und *Nansen* und *ich*, sowie *Ramón, v. Gehuchten, Cl. Sala* und *Lavdowsky* bestätigt haben (s. oben), betrachte ich als eine der wichtigsten, die für die Annahme von *Golgi* sprechen, dass diese Fortsätze in gewissen Fällen einzig und allein eine Bedeutung für die Ernährung der Nervenzellen haben und denselben, gewissermassen wie Wurzeln, aus der Ferne Säfte zuleiten. Doch soll nicht verschwiegen werden, dass *Ramón* auch an diesen Orten an nervöse Einwirkungen innerhalb der weissen Substanz des Markes zwischen den Ausläufern der Dendriten und den Collateralen der Strangfasern denkt, eine Annahme, die doch ihr Bedenkliches hat, wenn man erwägt, dass bei *Myxine* nach *Nansen* und *Retzius* und bei *Petronyzon* nach *Retzius* diese Dendriten bis an die äusserste Oberfläche der weissen Substanz verlaufen und dann mit kleinen Knöpfchen enden.

Ein eigenthümlicher, auf den ersten Blick nicht leicht zu deutender Verlauf von Dendriten findet sich ferner bei vielen Pyramidenzellen des Cerebrum, deren reichverzweigte Dendriten bis zur Oberfläche der Rinde reichen (*Retzius, ich*) und bei den *Purkinje*'schen Zellen, deren Verzweigungen ebenfalls bis in Gegenden sich erstrecken, die weder Nervenfasern noch Nervenzellen führen. Doch sind auch in diesen Fällen gewisse Möglichkeiten vorhanden, die eine Betheiligung der betreffenden Dendriten an den nervösen Funktionen als annehmbar erscheinen lassen. So könnten beim Cerebellum die longitudinalen, in so reichlicher Menge die Molekularlage durchziehenden nervösen Fortsätze der kleinen Körnerzellen Beziehungen zu den Dendriten der *Purkinje*'schen Zellen haben und beim grossen Hirn die oberflächlichen Nervenzellen oder Nervenfasern.

b) Sehr wichtig für die Lösung dieser Frage wäre, wenn die Angabe von *Golgi*, dass die Enden der Protoplasmafortsätze der Nervenzellen einmal an die Gliazellen und zweitens auch an Gefässe sich ansetzen, sich als richtig ergäbe (Hauptwerk S. 26). Wir haben jedoch schon oben (S. 35) gezeigt, dass diese Behauptung vorläufig nicht als bewiesen erachtet werden kann und erlaube ich mir noch besonders zu betonen, dass selbst wenn solche Beziehungen in gewissen Fällen vorkämen, dieselben doch nur Ausnahmen darstellen würden, und dass jedenfalls die überwiegende Menge der Ausläufer der Dendriten mit Gefässen und Gliazellen nichts zu thun hat, wie vor allem die *Purkinje*'schen und Pyramidenzellen ganz entschieden darthun.

c) Beachtung verdient weiter, dass an vielen Orten besondere Beziehungen der Protoplasmafortsätze weder zu andern solchen Fortsätzen, noch auch zu den Endigungen von Collateralen und Nervenfasern und zu den Nervenzellen selbst wahrzunehmen sind. Wenn man bedenkt, wie innig solche Beziehungen zwischen den Endverästelungen der Nervenfasern und Collateralen einerseits und den Nervenzellen andererseits sind und wie leicht dieselben zur Beobachtung kommen, so erhalten doch diese negativen Erfahrungen eine gewisse Bedeutung.

d) Zu erwähnen ist ferner, was *Gad* hervorhebt (Artikel Rückenmark in Realencyklopädie d. ges. Heilkunde 2. Aufl. Separatabdr. S. 13). Da jede Nervenfaser künstlich gereizt nach zwei Seiten leitet, so müssten die Protoplasmafortsätze der motorischen Zellen des Markes, wenn sie wirklich leiteten, bei Reizung der motorischen Wurzeln die Erregung weiter leiten. Da nun aber eine solche Leitung nicht statthat und keine Bewegungen vom Marke aus erfolgen, schliesst *Gad*, dass die genannten Fortsätze nicht cellulifugal leiten, sondern nur cellulipetal und ich möchte folgern, dass sie gar nicht leiten.

e) Endlich möchte ich noch betonen, dass auch bei der Annahme, dass die Protoplasmafortsätze einzig und allein der Ernährung dienen, die physiologischen Verhältnisse des Markes an der Hand der jetzt bekannt gewordenen Thatsachen ohne Schwierigkeit sich deuten lassen, wie das Folgende lehren wird.

Fassen wir alles zusammen, so scheint, wie die Sachen jetzt liegen, die Wagschale doch in hohem Grade zu Gunsten der nervösen Natur der Dendriten sich zu neigen. Jedoch bin ich nicht gemeint für einmal eine ganz bestimmte Ansicht aussprechen zu wollen und stimme ich auch insofern *Golgi* bei, dass die Dendriten jedenfalls auch Ernährungsapparate der Nervenzellen sind. Eine solche Funktion würde aber die Bedeutung der betreffenden Fortsätze als leitender nervöser Elemente nicht unmöglich machen oder ausschliessen und wäre hier vor allem an die motorischen Zellen zu erinnern, die einerseits mit der von ihnen entspringenden motorischen Nervenfaser in chemischer Wechselwirkung stehen, anderseits durch dieselbe auf die Muskeln wirken.

Schwieriger wird die Frage, wenn es sich darum handelt, zu entscheiden, ob gewisse Dendriten eine solche doppelte Funktion haben, andere nicht. Alles zusammen genommen scheint es mir wesentlich darauf anzukommen, welche Einrichtungen in bestimmten Gegenden vorkommen, um Uebertragungen zwischen Zellen und Nervenfasern zu vermitteln. In allen den Fällen, in denen die Zellenkörper selbst von Enden von Nervenfasern oder Collateralen dicht umsponnen sind, erscheint es minder nöthig, den Dendriten besondere nervöse Funktionen zuzuschreiben, wie z. B. bei den Zellen der motorischen Kerne im Rücken-

marke und der *Medulla oblongata* (hier betone ich vor allem das bekannte dichte feinfaserige Geflecht im Kerne des Hypoglossus, das ich ganz in derselben Weise (s. unten) in den Kernen des III., IV., VI., VII. Nerven und im motorischen Kerne des Quintus finde), in den Endkernen der sensiblen Cerebrospinalnerven (dichte Geflechte in den sensiblen Endkernen des V., VIII., IX. und X. Nerven), in der *Substantia gelatinosa medullæ spinalis,* in den *Clarke*'schen Säulen, im *Nucleus fasciculi cuneati et gracilis,* ferner in der kleinen und grossen Olive u. s. w. Wo dagegen keine solchen Beziehungen sich finden und die Zellenkörper mehr frei liegen oder ganz besondere Einrichtungen vorhanden sind, wie in der *Glomeruli olfactorii,* in der Netzhaut, in der Rinde des Cerebellum und Cerebrum, ist die Annahme, dass die Dendriten als zuleitende oder ableitende Apparate wirken, nicht nur gerechtfertigt, sondern sogar unumgänglich gefordert.

So scheint es, dass die Dendriten in der höheren Sphäre des Nervensystems, im kleinen und grossen Gehirn, sowie in gewissen höheren Sinnesorganen eine wichtigere Rolle spielen, als im Marke und der *Medulla oblongata,* für welche Auffassung auch noch das sich anführen lässt, dass nach *His* bei Embryonen schon eine gewisse Zahl von nervösen Funktionen niederen Grades vorhanden sind, noch bevor Dendriten auftreten, was beim Menschen erst am Ende des zweiten Monates geschieht.

Die tiefste einfachste Nervenzellenform ist offenbar die, bei welcher alle Ausläufer entschieden nervöse Natur haben, wie solche bei den Wirbellosen und im *Sympathicus* der höheren Thiere sich findet. Weiter treten dann Zellen mit zweierlei Fortsätzen auf, von denen die einen in höherem Maasse die Leitung übernehmen als die andern, bis wir am Ende zu Zellen gelangen, bei denen Ein nervöser Fortsatz eine ganz übermässige Entwicklung erlangt und alle nervösen Funktionen für sich allein in Anspruch nimmt, wie bei den motorischen Zellen des Markes.

Als Gesammtergebniss der bisherigen Erörterungen würde sich somit Folgendes herausstellen:

1. Einwirkungen von centripetal leitenden Nervenfasern auf Nervenzellen und centrifugalleitende Nervenfasern gestalten sich einfachsten Falles so, dass die ersteren mit ihren Endigungen durch Kontakt auf die Zellen einwirken und durch diese deren nervöse Fasern erregen.

2. In verwickelteren Fällen besteht die centripetale Leitung aus zwei oder mehr Gliedern und zwar a) aus einer centripetalen Nervenfaser, b) aus einer von den Enden dieser Faser erregten Zelle, die wieder auf die von ihr entspringende Nervenfaser in centripetaler Richtung einwirkt. Diese Faser kann dann centrifugal leitende Zellen beeinflussen oder es kann möglicherweise noch ein drittes centripetal leitendes Glied sich einschieben oder noch mehrere solche. In derselben Weise kann auch die centrifugale Leitung sich vervielfachen und aus zwei, drei oder vielleicht noch mehr Gliedern sich aufbauen, von denen jedes aus einer Zelle und einer centrifugal leitenden Faser besteht. Verwickelter werden die Verhältnisse dadurch, dass 1. bei allen oder wenigstens der Mehrzahl der Glieder durch Collateralen Nebenwirkungen möglich sind und 2. dass eine und dieselbe Zelle auf mehrfachen Wegen in Erregung versetzt werden kann, wie z. B. die motorischen Zellen des Markes einerseits durch

centripetal wirkende sensible Fasern und anderseits durch centrifugal leitende Pyramidenfasern. 3. In gewissen Fällen wirken Nervenfasern nicht direkt auf Zellen, sondern auf deren Dendriten ein und stellen dann diese einen cellulipetal leitenden Apparat dar, wie in den *Glomeruli olfactorii*, in der Rinde des grossen und kleinen Gehirns. Ob Dendriten auch cellulifugal auf andere Dendriten zu wirken im Stande sind, wie *Ramón* dies bei den Spongioblasten der Retina annimmt (Nr. VIII p. 55, 56), bleibt vorläufig dahingestellt.

Vergleicht man diese Hypothese mit der allgemein gültigen von dem Nervennetze, das alle Theile vereint und verknüpft, so ergiebt sich, dass dieselbe den grossen Vorzug hat, isolirte Wirkungen begreiflich zu machen und auf der andern Seite doch auch die Möglichkeit gewährt, eine grosse Ausbreitung lokaler Erregungen zu erklären.

§ 128.

Leitungen und physiologische Verhältnisse des Markes im Einzelnen.

1. Die willkürlichen Bewegungen (Fig. 397 A, B).

Dieselben kommen zu Stande durch Einwirkung der Fasern der Pyramidenbahnen auf die motorischen Zellen der Ventralhörner des Markes und ist der allgemeine Vorgang so zu deuten, dass die Fasern der ventralen Pyramidenbahn und der lateralen Pyramidenbahn und ihre Collateralen nach und nach in die graue Substanz der Ventralhörner eintreten, mit ihren letzten Enden die motorischen Zellen umspinnen und durch Kontakt dieselben, d. h. die Zellenkörper und die von ihnen entspringenden motorischen Wurzelfasern, erregen.

Die Thatsachen, auf welchen diese Hypothese fusst, sind:

a) Der Nachweis zahlreicher Ventral- und Seitenstrangcollateralen, die zu den Zellen aller Theile der Ventralhörner verlaufen und dieselben umspinnen.

b) Die Beobachtung von longitudinalen Fasern der genannten Stränge, die in die graue Substanz der Ventralhörner einbiegen und in derselben in gleicher Weise enden.

Fig. 397.

In Betreff der Art und Weise, wie man im Einzelnen die Vorgänge sich zu denken habe, beschränke ich mich auf Folgendes:

Fig. 397. Schema der Leitung bei den willkürlichen Bewegungen. *A* Längsansicht, *B* Querschnitt. Die seitlichen Pyramidenbahnen *ps*, die in den Pyramiden sich kreuzen und die ventralen Pyramidenbahnen *po*, die im Mark selbst eine Kreuzung erleiden, wirken auf die motorischen Zellen durch Collateralen; *mw* motorische Wurzeln.

Ich nehme an, dass die motorischen Zellen, entsprechend den Metameren des Körpers, in Gruppen oder segmentalen Kernen angeordnet sind, von denen jeder zu bestimmten Muskeln in Beziehung steht. Zu jedem motorischen Kerne geht eine gewisse Anzahl von Pyramidenfasern, die in dem Kerne enden und auch in diesem Kerne ihre Collateralen abgeben, doch wäre nicht ausgeschlossen, dass diese Fasern auch zu zweien oder mehr Kernen Collateralen entsendeten. So würden die Pyramidenbahnen von oben nach unten allmählich sich erschöpfen und im letzten motorischen Kerne enden.

Die Schemata Fig. 397 erläutern diese Vorgänge und ist in denselben angenommen, dass die Pyramidenventralstrangbahnen in der ventralen Kommissur sich kreuzen, was nicht nur durch die Erscheinungen bei Lähmungen, die immer gekreuzte sind, sondern auch durch den Nachweis sich kreuzender Collateralen der Ventralstränge bewiesen wird. Für den Fall, dass ein und derselbe Muskel von mehreren Nervenkernen oder motorischen Wurzeln versorgt wird (siehe die Untersuchungen von *Starr* 1888), könnte man annehmen, dass die betreffenden Pyramidenfasern durch ihre Collateralen auf motorische Zellen mehrerer Kerne einwirken, doch würde auch eine gleichzeitige Einwirkung vom Gehirn aus auf mehrere oder viele Pyramidenfasern nicht als unmöglich zu erachten sein.

Welche Funktion den feinen Ausläufern zuzuschreiben sei, welche die Achsencylinderfortsätze der motorischen Zellen abgeben, ist zweifelhaft; doch liegen hier vielleicht noch sehr wichtige Beziehungen im Dunkeln. Am nächsten liegt die Annahme, dass diese direkt motorischen Collateralen auf benachbarte motorische Ursprungszellen einwirken und dieselben erregen. Wenn dem so wäre, so könnte schon die Erregung einer einzigen motorischen Zelle durch eine Faser der Pyramidenbahn oder, wie bei Reflexen, durch Eine sensible Faser eine Ausbreitung des Reizes auf eine grössere Zahl von motorischen Wurzelfasern bewirken. Wären dagegen diese motorischen Collateralen cellulipetal leitend, wie *v. Lenhossek* vermuthet (s. oben), so könnten dieselben bei Reflexen eine Rolle spielen, für welche jedoch viel bessere Einrichtungen vorhanden sind.

Ein Ursprung der Fasern motorischer Wurzeln von Zellen der entgegengesetzten Seite, wie sie z. B. *Edinger* annimmt (3. Aufl. S. 136), ist anatomisch nicht nachgewiesen.

2. Die bewussten Empfindungen.

Dieselben kommen unzweifelhaft durch dorsale Wurzelfasern zu Stande, welche in den Dorsalsträngen zur *Medulla oblongata* aufsteigen. Von einer Fortsetzung solcher Wurzelfasern zum Gehirn ist nichts bekannt, vielmehr spricht der Umstand, dass Degenerationen der Dorsalstränge bei Durchschneidung sensibler Wurzeln oder Zerstörung der dorsalen Hälfte des Markes an der *Medulla oblongata* sich begrenzen, für die allgemein gültige Annahme, dass die sensiblen Fasern hier enden.

Die Art und Weise, wie dies geschieht, war bis jetzt ganz unbekannt und habe ich zuerst im Jahre 1891 (Nr. VI) an *Golgi*'schen Präparaten nachgewiesen, dass die vom Rückenmarke abstammenden Längsfasern der *Fasciculi graciles* und *cuneati* in den Kernen derselben in der nämlichen Weise mit feinen die Zellen umgebenden Endbüscheln auslaufen, wie viele Strangfasern im Rückenmarke selbst (siehe weiter unten bei der *Medulla oblongata*). Von den

Kernen der genannten zwei Stränge aus entspringen die Schleifenfasern und diese übernehmen dann nach ihrer Kreuzung die sensible Leitung bis zur Hirnrinde, wie pathologische Erfahrungen und Experimente von *Flechsig* und *Monakow* vor allem lehren.

Wird die Frage aufgeworfen, wie viele Fasern der dorsalen Wurzeln an dem Zustandekommen der bewussten Empfindungen sich betheiligen, so sind in erster Linie die caudalwärts verlaufenden Theilungsäste dieser Wurzeln auszuschliessen, die selbstverständlich an den sensiblen Leitungen zur *Medulla oblongata* keinen Antheil nehmen und ihre Erregungen nur caudalwärts fortpflanzen. Diese Fasern können somit nur durch ihre Collateralen und Endverästelungen bei den Reflexerscheinungen und durch Einwirkung auf die Strangzellen bei den sensiblen Leitungen II. Ordnung sich betheiligen. Wie weit diese caudalen Aeste der sensiblen Wurzeln laufen, ist zweifelhaft, doch spricht alles dafür (s. oben S. 78), dass dieselben nicht weit reichen (siehe *Koelliker* No. V Fig. 1, 2, 3). Immerhin kann ich anführen, dass ich bei Schweinsembryonen von 9 cm Fasern von 8,26 mm Länge mass, die solchen von 6,6 cm Länge des erwachsenen Thieres gleich kommen.

Von den cerebralwärts verlaufenden Aesten der sensiblen Wurzeln nehme ich an, dass ein bedeutender Theil derselben lange Bahnen darstellt und in den Dorsalsträngen geraden Weges zur *Medulla oblongata* verläuft. Diese Fasern zeigen in den Dorsalsträngen eine ganz bestimmte Anordnung in der Art, dass diejenigen der Sakral- und Lendennerven in den medialen und ventralen Theilen derselben ihre Lage haben, die der Brust- und Halsnerven je länger um so mehr in den oberflächlichen und lateralen Abschnitten, somit in den sogenannten *Burdach*'schen Strängen gelagert sind, welche Vertheilung darin begründet ist, dass die distalen Wurzeln von den nachfolgenden immer mehr von ihrer Eintrittsstelle an gegen die Medianebene und die ventrale Seite des Dorsalstranges gedrängt werden.

Ausser diesen direkt an dem Zustandekommen der bewussten Empfindungen betheiligten langen Bahnen enthalten die Dorsalstränge sicher noch andere Faserarten, deren genaue Bestimmung sehr schwer fällt. Schon oben (S. 68) wurde angegeben, dass die Dorsalstränge dicht an die graue Kommissur angrenzend ein kleines Feld enthalten, dem eine besondere Bedeutung zukomme. *Redlich* vermuthet (Arbeiten aus dem Institut von *Obersteiner* 1892 S. 10), gestützt auf Experimente von *Singer* und *Münzer*, dass an der Bildung dieses Antheiles der Dorsalstränge aus der grauen Substanz abstammende Fasern theilnehmen, was in unsere jetzige Sprache übersetzt nur heissen könnte, dass dieser Theil der Dorsalstränge von Strangzellen der grauen Substanz abstammt. Solche Zellen sind nun aber nach den jetzigen Erfahrungen äusserst selten (s. S. 94) und wird vorläufig kaum anzunehmen sein, dass die fragliche Zone allein aus solchen Elementen sich aufbaut. Immerhin ist zuzugeben, dass die Thatsache, dass selbst bei hochgradiger Tabes, wenn alle dorsalen Wurzelfasern entartet sind, das genannte Feld intakt bleibt, für die Vermuthung von *Redlich* spricht.

Sehr verbreitet ist ferner die Annahme, dass die lateralen Theile der Dorsalstränge auch kurze Bahnen enthalten und neue Untersuchungen von *Flechsig* führen zur Vermuthung, dass die Dorsalstränge noch verwickeltere

Verhältnisse darbieten (Neurol. Centrbl. 1890). Derselbe fand nämlich, dass die Entwicklung der dorsalen Wurzeln in vier verschiedenen Zeiten oder Schüben erfolgt, so dass möglicherweise vier verschiedene Systeme in den Dorsalsträngen anzunehmen wären. Diese Zonen von *Flechsig* sind eine ventrale, eine mittlere und eine dorsale und ausserdem noch eine mediane, an das sogenannte *Septum dorsale* angrenzende. Ich schliesse mich in Bezug auf den Werth dieser neuen Gruppirung der Kritik von *Redlich* (l. c. S. 11) an und bemerke ausserdem, dass man in der Deutung des Auftretens des Markweisses nicht vorsichtig genug sein kann. Eine genaue Prüfung dieser Verhältnisse ergiebt nämlich, dass grobe Fasern früher auftreten und früher einen Markmantel entwickeln als feine. So zeigte mir ein menschlicher Embryo von 7 Monaten (Fig. 379) in der Halsgegend die *Burdach*'schen Stränge und das kleine ventrale Feld an der grauen Kommissur ganz weiss, die *Goll*'schen Stränge heller aus feineren Fasern gebildet und die Randzone noch ganz marklos, Thatsachen, aus denen nicht ohne Weiteres der Schluss abzuleiten ist, dass der Dorsalstrang aus drei verschiedenen Systemen besteht.

Mit Bezug auf die Frage wie die verschiedenen sensiblen Leitungen zu einander sich verhalten, ist nicht viel bekannt. Doch scheinen alle pathologischen Erfahrungen und Experimente dafür zu sprechen, dass das Muskelgefühl durch die Dorsalstränge der gleichen Seite vermittelt wird, die Hautsensibilität dagegen durch die graue Substanz und die Ventralseitenstränge, wobei zugleich eine Kreuzung stattfände. Diese gekreuzte sensible Leitung käme so zu Stande. Sensible Collateralen oder Enden sensibler Strangfasern würden in der grauen Substanz auf Strangzellen einwirken und diese ihre nervösen Fortsätze durch die weisse Kommissur auf die entgegengesetzte Seite senden, wo dieselben zu Strangfasern der ventralen und Seitenstränge würden (s. Fig. 398).

Fig. 398.

Auf eine Menge anderer Fragen, die hier noch sich erheben, lässt sich vorläufig keine Antwort geben und beschränke ich mich darauf, dieselben zu stellen, um Pathologen, Experimentatoren und Anatomen auf dieselben aufmerksam zu machen. Es sind folgende: 1. Wie verhält sich die sensible Leitung II. Ordnung, die die Strangzellen und Strangfasern der nicht gekreuzten Seite vermitteln, gegenüber der gekreuzten Leitung und der direkten Leitung durch die Dorsalstränge? 2. In welchen Bahnen verlaufen die centripetalen Erregungen, die der Sympathicus vermittelt? 3. Welcher Art ist die sensible Leitung II. Ordnung, der die Kleinhirnseitenstrangbahn dient? und 4. Ist die sensible Leitung II. Ordnung, welcher die Schleifenfasern vorstehen, eine besondere oder stimmt dieselbe mit einer der andern sensiblen Leitungen II. Ordnung im Marke überein?

Fig. 398. Schema der Kreuzungen von Strangfasern in der ventralen Kommissur und der auf die Strangzellen *sz* einwirkenden sensiblen Fasern. *sw* Sensible Wurzelfaser, *sth* Theilung derselben, *sc* sensible Collateralen, *sf* Seitenstrangfaser, *vf* Ventralstrangfaser, *vsf* Ventralseitenstrangfaser.

Bei der Erkrankung, die vor allem die sensiblen Wurzeln und die Dorsalstränge mit Inbegriff der Randzone trifft, der Tabes, sind, wie *Leyden* zuerst nachgewiesen und in neuester Zeit besonders *Redlich* im Einzelnen verfolgt hat (l. c. S. 36 ff.), auch viele Theile der grauen Substanz betroffen. So findet sich ein deutlicher Nervenfaserschwund in der *Substantia gelatinosa* und *spongiosa* und in den *Clarke*'schen Säulen und verschwinden namentlich alle Fasern der Dorsalhörner, die wir als sensible Collateralen beschrieben haben. Dagegen bleiben die Zellen der Dorsalhörner, auch diejenigen der *Clarke*'schen Säulen unverändert, ebenso die von denselben entspringenden Strangfasern (so erklärt sich, dass in den *Clarke*'schen Säulen bei Tabes gröbere Nervenfasern erhalten bleiben [*Redlich*]). Auch die Ventralhörner erleiden nach gewissen Angaben ein etwelches Schwinden von Fasern, was sich leicht erklärt, wenn man weiss, dass zahlreiche sensible Collateralen in dieselben eindringen.

3. Reflexe (Fig. 399, 400).

Die einfachsten Reflexerscheinungen, bei denen sensible Fasern motorische Zellen desselben Rückenmarkssegmentes in Thätigkeit versetzen (sogenannte kurze Reflexbögen), erklären sich, indem wir annehmen, dass die sensiblen Collateralen die in denselben Ebenen befindlichen motorischen Zellen, die sie mit ihren Enden umspinnen, durch Kontakt erregen. Diese Annahme würde die weitere Voraussetzung nach sich ziehen, dass eine und dieselbe motorische Nervenzelle von verschiedenen Nervenfaserenden umgeben wird und erregt werden kann und zwar nach dem bis jetzt Dargelegten einmal von Endigungen der Pyramidenfasern und zweitens von solchen der sensiblen Collateralen, eine Hypothese, die nach den oben dargelegten Thatsachen voll berechtigt erscheint.

Zur Erklärung der Thatsache, dass bei kurzen Reflexbögen auch die entgegengesetzte Seite in Anspruch genommen wird, lässt sich die Kreuzung der Achsencylinderfortsätze vieler Zellen (der von mir sogenannten Strangzellen) aller Theile der grauen Substanz in der ventralen Kommissur verwerthen. Man hätte in diesem Falle anzunehmen, 1. dass diese Zellen durch Enden sensibler Collateralen ihrer Seiten erregt werden und 2. dass die Collateralen, die die nervösen Fortsätze dieser Zellen auf der entgegengesetzten Seite des Markes theils direkt, theils nach ihrem Uebergang in longitudinale Fasern der ventralen und ventro-lateralen Stränge in die graue Substanz des Ventralhornes abgeben, auf die hier liegenden motorischen Zellen einwirken.

Einfacher wäre die Erklärung der gekreuzten Wirkung bei Reflexen, wenn sich nachweisen liesse, dass sensible Collateralen durch die ventrale oder dorsale

Fig. 399.

Fig. 399. Schema der bei den Reflexen betheiligten Elemente, Längsansicht. Eine sensible mit einer Zelle des *Ganglion spinale sg* verbundene Wurzelfaser *s* giebt von ihren beiden Theilungsästen *sth*, dem aufsteigenden *sa* und dem absteigenden *sa'* Collateralen *sc* ab, die auf motorische Zellen *m* wirken, *mw* motorische Wurzeln.

Kommissur oder durch beide zu den motorischen Zellen der andern Seite gelangen. Es ist mir jedoch, wie ich oben schon darlegte, bei der ventralen Kommissur, bei der noch am ehesten gewisse Bilder für solche Kreuzungen sprechen, der Nachweis einer grösseren Zahl solcher sich kreuzender sensibler Collateralen nicht gelungen und musste ich es selbst unentschieden lassen, ob auch nur eine geringe Zahl derselben auf die andere Seite tritt, und bei der dorsalen Kommissur ist es noch seltener, dass einzelne Fasern nach dem Uebertreten auf die andere Seite die Richtung nach der Ventralseite einschlagen.

Eine wichtige Erscheinung, die bei den Reflexen zu Tage tritt, ist die Wirkung, die das grosse Gehirn auf das Zustandekommen derselben hat, indem durch dasselbe Reflexe entweder abgeschwächt oder ganz gehemmt oder unterdrückt werden können. Aehnlich wirkt das Gehirn auf automatische Bewegungen und, wie wir unten sehen werden, erregend oder hemmend auf unwillkürliche Muskulatur. Von meinem Standpunkte aus würde ich eine Erklärung aller dieser Vorgänge durch die Annahme versuchen, dass die centripetal wirkenden Pyramidenbahnen bei allen motorischen Zellen das Uebergewicht vor der Erregung besitzen, die durch sensible Bahnen in denselben hervorgerufen wird.

Schwieriger als die Erklärung kurzer Reflexbögen ist diejenige ausgebreiteter Reflexe oder der sogenannten langen Reflexbögen, von meinem Standpunkte aus. Wenn man alle Protoplasmaausläufer der Zellen durch das ganze Rückenmark zusammenhängen lässt oder mit *Golgi* ein weitverbreitetes Netz der Endigungen sensibler Fasern und ihrer Collateralen und der feinen Ausläufer der Achsencylinderfortsätze der Zellen I. und II. Art annimmt, so ist es nicht schwer zu erklären, wie z. B. die Reizung Einer Zehenspitze beim decapitirten Frosche ausgebreitete Bewegungen aller vier Glieder, ja selbst eine Sprungbewegung zu veranlassen im Stande ist. Bei meiner Auffassung dagegen, der zufolge die Nervenzellen immer nur durch ganz wenige bestimmte Nervenfasern in Erregung versetzt werden und keine unmittelbaren Verbindungen der leitenden Elemente vorkommen, kann die Erklärung der ausgebreiteten Reflexe nur durch die sogenannten kurzen Bahnen gegeben werden, von denen bisher anatomisch Sicheres nur äusserst wenig bekannt war.

Kurze Bahnen d. h. solche, die nicht das ganze Rückenmark durchlaufen und nicht zum Gehirn emporsteigen, werden bekanntlich einmal auf Grund der Degenerationserscheinungen nach Durchschneidungen angenommen in den Ventralstranggrundbündeln, in den Seitenstrangresten und in den Dorsalstranggrundbündeln. Als zweite beweisende Thatsache galt bisher der verschiedene Durchmesser gewisser Stränge des Rückenmarkes in verschiedenen Höhen, doch war es vorläufig nicht möglich, denselben genau zu ermitteln und namentlich den Einfluss der durchtretenden, bald stärkeren bald schwächeren Wurzeln zu bestimmen. Nunmehr haben aber, so scheint es, neue Untersuchungen *Gaule's* über diese Verhältnisse Licht verbreitet. *Gaule* (Zahl und Vertheilung der markhaltigen Fasern im Froschrückenmark in den Sächs. Ber. XV Nr. IX 1889) bestimmte an fünf Querschnitten verschiedener Gegenden des Markes des Frosches die Zahl der longitudinal verlaufenden Nervenfasern. Vergleicht man nun dieselbe mit den durch *Birge* bekannten Zahlen der motorischen (9404) und sensiblen (10 702) Wurzelfasern und berechnet man annähernd die Zahl der Fasern der langen Bahnen, d. i. der Pyramidenbahn, der Bahn der sensiblen

Fasern, der Kleinhirnseitenstrangbahn und des anterolateralen Stranges, so ergiebt sich, dass über dem I. Halsnerven, wo *Gaule* im Ganzen 56674 Fasern fand, ein grosses Mehr von Strangfasern sich herausstellt, selbst wenn man auf jede motorische Wurzelfaser Eine Strangfaser der Pyramidenbahn rechnet und alle sensiblen Wurzelfasern als zum Gehirn aufsteigende ansieht. Ja selbst wenn man den Umständen, die *Gaule* nicht bekannt waren, Rechnung trägt, 1. dass auch beim Frosche die sensiblen Wurzelfasern in einen aufsteigenden und einen absteigenden Schenkel sich spalten (*O. Schultze* in Würzb. Sitzungsber. 1890) und 2. dass die Collateralen der sensiblen und der übrigen Strangfasern nicht selten in der grauen Substanz longitudinal verlaufen, so bleibt doch ein grosser Faserüberschuss, der nur auf Rechnung kurzer Bahnen gesetzt werden kann. Ferner hat *Gaule* gefunden, dass die Zahl der longitudinalen Fasern am grössten in der Halsanschwellung ist, nämlich am 2. Halsnerven 74 699; von da an sinkt dieselbe aufwärts und beträgt über dem 1. Halsnerven nur 56 674. Am 4. Nerven fand *Gaule* 41 825 Fasern, über dem 6. wieder 61 058 und unter dem 9. nur noch 16 313 Markfasern. Aus allen diesen Zahlen folgt unwiderleglich nicht nur, dass im Marke lange nicht alle Fasern zum Gehirn emporsteigen, sondern auch, dass die kurzen Bahnen in verschiedenen Gegenden in verschiedener Zahl vorhanden sind.

Mit den von *Birge* und *Gaule* gefundenen Zahlen stehen übrigens die alten Berechnungen von *Stilling* in einem grossen Widerspruche. *Stilling* fand beim Menschen in allen ventralen Wurzeln 303 265 Fasern, in den sensiblen 504 473, im Halsmark 401 694 Fasern und ergeben diese Zahlen, dass das Mark des Menschen relativ, im Vergleiche zu den Wurzeln, viel weniger weisse Substanz enthält, als dasjenige des Frosches. Nehmen wir nun ferner an, dass die motorischen Fasern alle im Marke entspringen, so bleiben nur 401,694 Fasern zur Deckung der langen Bahnen und zwar a) der Pyramidenbahnen, b) der zum Gehirn aufsteigenden sensiblen Elemente, c) der Kleinhirnseitenstrangbahnen, d) der antero-lateralen Bahn, und ist wohl ohne weiteres klar, dass der Nachweis, dass auch beim Menschen im Halsmark eine grössere Zahl kurzer Bahnen sich findet, vorläufig nicht zu geben ist.

In Betreff der Art und Weise wie man sich die Anordnung der kurzen Bahnen zu denken habe, hat bereits *Ramón y Cajal* ein Schema aufgestellt (IV Fig. 7, 1), mit dem ich z. Th. einverstanden bin. Im Allgemeinen denke ich mir, dass die kurzen Bahnen im Marke dazu dienen, um Erregungen einzelner sensibler Bahnen eine grössere Ausbreitung zu verleihen, wie bei den zusammengesetzten Reflexbewegungen. Als Ausgangspunkt hätte man sich daher eine sensible Strangfaser mit ihren Collateralen zu denken (Fig. 400). Ferner hätte man anzunehmen, dass dieselbe mit ihren vielen Enden auf jene Zellen einwirkt, die wir Zellen der Stränge genannt haben, die ihren Achsencylinderfortsatz in den Ventralstrang oder den Seitenstrang derselben oder der entgegengesetzten Seite senden und in aufsteigende oder auf- und absteigende Fasern dieser Stränge übergehen. Diese Fasern nun hätten durch ihre unmittelbaren Enden und durch ihre Collateralen auf näher oder entfernter liegende motorische Zellen einzuwirken und Bewegungen auszulösen. Solche longitudinale Reflexbahnen könnten kürzer oder länger vorkommen, so dass sie einmal Gegenden verknüpfen, die nur um 2, 3 oder 4 Nerven auseinander liegen, andere Male aber entferntere Regionen, wie z. B. die Hals- und Lendenanschwellung. Möglicher-

weise könnten auch Bahnen, die wir als lange zu betrachten gewohnt sind, wie die Kleinhirnseitenstrangbahn, das antero-laterale Bündel an solchen Vorgängen sich betheiligen, wenn die Annahme gemacht werden dürfte, dass ihre Fasern in der ganzen Länge ihres Verlaufes Collateralen an die motorischen Zellen abgeben, eine Annahme, mit welcher die Beobachtungen ganz gut übereinstimmen. Sollten endlich die longitudinalen sensiblen Wurzelfasern selbst, wie es allen Anschein hat, in ihrer ganzen Länge Collateralen abgeben, so würde die Ausbreitung der Reflexe, die Einwirkung näherer oder entfernterer Theile des Markes aufeinander am einfachsten durch dieselben sich erklären und könnte man von den eingeschaltenen Nervenzellen absehen.

Fig. 400.

Zum Schlusse möchte ich nun noch auf die Schwierigkeiten aufmerksam machen, die sich ergeben, wenn es sich darum handelt zu bestimmen, welche Funktionen den verschiedenen sensiblen Leitungen I. und II. Ordnung beim Zustandekommen der Reflexe zukommen. Nach unseren bisherigen Erfahrungen scheinen mit den motorischen Zellen in Verbindung zu treten: 1. Collateralen der sensiblen Wurzelfasern und diese selbst. 2. Collateralen von Strangfasern der ventralen und der ventro-lateralen Stränge und Enden dieser Fasern. 3. Collateralen der Kleinhirnseitenstrangbahn und der übrigen Bestandtheile der Seitenstränge mit Ausnahme der Pyramidenbahnen, endlich 4. Collateralen vieler Strangzellen. Wenn die Fasern der 1. Kategorie das Muskelgefühl vermitteln, wie man annimmt, wie kommt es dann, dass gewisse von ihnen beeinflusste Strangzellen der Hautsensibilität dienen sollen, andere dagegen nicht? Je länger ich diese Fragen überlege, um so mehr komme ich zur Ueberzeugung, dass die Funktionen der sensiblen Wurzelfasern in höherem oder geringerem Grade verschieden sind, je nachdem dieselben von verschiedenen Organen (Muskeln, Haut, Schleimhäute, Gelenke, Knochen, Drüsen) stammen, und dass in den dorsalen Strängen die verschiedenen Faserkategorien gesondert verlaufen.

4. Beziehungen der sensiblen Bahnen des Markes zum Gehirn.

a) Verbindungen mit dem Cerebellum. Da die Fasern der Kleinhirnseitenstrangbahn unzweifelhaft von Zellen der grauen Substanz entspringen und centripetal leiten, so sind nur Beziehungen derselben zu den sensiblen Wurzelfasern denkbar. Wie oben (§ 125) bereits nachgewiesen wurde, haben

Fig. 400. Schema der kurzen Bahnen. Eine sich theilende sensible Wurzelfaser *sw* giebt eine Collaterale *sc* ab, die auf eine Strangzelle *sz* einwirkt und durch die Collateralen der gabelig getheilten nervösen Fortsätze derselben *c* eine Reihe motorischer Zellen *m* erregt.

diese Fasern ihren Ursprung in den *Clarke*'schen Säulen, zu deren Zellen auf der andern Seite viele Collateralen der sensiblen Wurzeln führen und käme demnach die Leitung zum kleinen Hirn durch zwei Glieder zu Stande: 1. durch sensible Collateralen und 2. durch die Zellen der *Clarke*'schen Säulen, ihre nervösen Fortsätze und die aus ihnen entstehenden Fasern der Kleinhirnseitenstrangbahn. Da die letzteren auch Collateralen in die graue Substanz abgeben, so könnte das ganze System auch bei den Reflexen als kürzere oder längere Bahn wirken, wie wir oben gesehen.

Zu betonen ist übrigens noch, dass es keineswegs als bewiesen angesehen werden kann, dass nur Fasern der *Clarke*'schen Säulen die Kleinhirnseitenstrangbahn bilden und muss vorläufig die Frage offen bleiben, ob nicht auch andere Zellen der Dorsalhörner an der Bildung derselben sich betheiligen, wie ich in der That gefunden zu haben glaube und wofür auch Beobachtungen von *Golgi* sprechen. Auch bin ich weit entfernt zu behaupten, dass die *Clarke*'schen Säulen nur Zellen enthalten, die zu den Kleinhirnseitenstrangbahnen in Beziehung stehen.

Die Fasern der Kleinhirnseitenstrangbahn gehen durch den *Pedunculus cerebelli* in das kleine Gehirn ein und enden, wie wir später sehen werden, grösstentheils im Wurme. Dieselben führen dem Cerebellum Erregungen zu, die, wenn sie auch mit den bewussten Empfindungen nichts zu thun haben, doch von der grössten Bedeutung sind, indem dieselben die Koordination der Bewegungen bedingen. Bei Verletzungen der *Clarke*'schen Säulen tritt eine aufsteigende Entartung der lateralen Kleinhirnbahn auf und Ataxie oder das Unvermögen, die Thätigkeiten der willkürlichen Muskeln zweckmässig zu kombiniren.

Wie diese Einflüsse des kleinen Hirns auf die motorischen Bahnen sich geltend machen, ist noch nicht hinreichend klar gestellt. *Leube* (Spezielle Diagnose II S. 108) vermuthet wohl mit Recht, dass vom Cerebellum aus regulirende Einflüsse auf die motorischen Sphären der Rinde des grossen Gehirns sich geltend machen, was ich auch für wahrscheinlich halte, da direkte Einwirkungen des Cerebellum auf die motorische Sphäre des Markes kaum angenommen werden können.

b) Verbindungen sensibler Markbahnen mit der *Medulla oblongata*. Wie wir schon früher sahen, geht ein Theil der sensiblen Wurzelfasern auf derselben Seite direkt zur *Medulla oblongata* und endet in der grauen Substanz der zarten und Keilstränge, von denen aus dann die sich kreuzenden Bahnen der Schleife weiter zum Gehirn emporsteigen. Von anderen sensiblen Wurzelfasern haben vor einiger Zeit *Bechterew*, *Edinger* und *Auerbach* eine Kreuzung d. h. ein Eindringen in den Ventralstrang und den ventro-lateralen Strang der andern Seite angenommen, welche Auffassung dann *Edinger* später auf die neuesten Untersuchungen über den feineren Bau des Markes und auf eigene vergleichend-anatomische Untersuchungen fussend und in Verwerthung von Experimenten und pathologisch-anatomische Thatsachen so abänderte (Einiges vom Verlaufe der Gefühlsbahnen im centralen Nervensystem in Deutsch. med. Wochenschrift 1890 Nr. 20), wie dies bereits oben auseinander gesetzt wurde.

Edinger nimmt nun an, dass diese gekreuzten Bahnen, die ich „indirekt sensible“ oder sensible II. Ordnung nenne, ebenso wie die sensiblen Bahnen I. Ordnung, die erst in der Schleife sich kreuzen, in die Schleife sich fortsetzen, so dass demnach alle sensiblen Bahnen der Spinalnerven, mit Ausnahme der Kleinhirnseitenstrangbahn, schliesslich gekreuzt dem Mittelhirn zustreben würden. (Ich bemerke hier, dass *Edinger* wohl mit Recht auch bei den sensiblen Hirnnerven solche gekreuzte Bahnen annimmt.) Ich finde jedoch, dass die vorliegenden Thatsachen für einmal einen solchen Schluss nicht erlauben und dass gerade die von *Edinger* angeführten Versuche *Auerbach*'s, der nach Zerstörung der Dorsalstränge, der Dorsalhörner und der dorsalen Theile des Seitenstranges eine nach oben immer mehr abnehmende Degeneration der Fasern der ventro-lateralen Stränge der andern Seite fand, dafür sprechen, dass die sensible gekreuzte Bahn II. Ordnung viele kurze Bahnen enthält. Mit dieser Annahme bin ich jedoch nicht gemeint zu leugnen, dass in den genannten Strängen nicht auch lange sensible Bahnen II. Ordnung sich finden. Eine andere Frage ist es, ob auch diese in die Schleife übergehen, wie die direkt sensiblen Bahnen, die bei der *Medulla oblongata* erörtert werden soll.

5. Beziehungen des Markes zu den unwillkürlichen Bewegungen.

Es erübrigt noch das schwierige Gebiet dieser Bewegungen zu betreten und die Frage aufzuwerfen, welche Elemente des Rückenmarks zu denselben in Beziehung stehen.

Die Bewegungserscheinungen, um die es sich hier handelt, sind wesentlich folgende:

a) Der Tonus oder die andauernden Zusammenziehungen, die namentlich bei den Gefässmuskeln aber auch bei andern glatten Muskeln, wie z. B. den Sphincteren der Blase und des Mastdarmes, vorkommen.

b) Die Zusammenziehungen unwillkürlicher Muskeln, welche z. Th. reflektorisch, nach vorheriger Reizung sensibler Fasern, z. Th. durch Einflüsse vom Gehirn aus eintreten (Gefässverengung, Beschleunigung der Herzaktion, Peristaltik, Harnentleerung, Defäkation, Uteruskontraktion u. s. w.).

c) Der Nachlass solcher Muskeln in der Zusammenziehung oder die gänzliche Erschlaffung derselben, die durch den Einfluss gewisser Nerven, sogenannter Hemmungsnerven eintritt (Erweiterung von Gefässen, Stillstand des Herzens im Diastole, Vermehrung von Sekretionen, Stillstand der Athembewegungen, der Peristaltik, Nachlass der Sphinctern, die Erektion).

d) Autochthone Bewegungen, wie sie bei den Athembewegungen sich finden.

Die Nervenfasern, die bei diesen Vorgängen betheiligt sind, verlaufen in den Spinalnerven, aus welchen sie zum Theil in den *Sympathicus* übertreten, z. Th. in gewissen Hirnnerven, wie im Vagus. Von den Spinalnerven enthalten nach den Untersuchungen von *Gaskell* beim Hunde der 2. *N. thoracius* bis und mit dem 2. *N. lumbaris* und dann wieder der 2. und 3. *Sacralis* solche Fasern und ergeben sich dieselben als Bündel feiner markhaltiger Elemente der ventralen Wurzeln, die in den andern ventralen Wurzeln fehlen.

Geht man dem Ursprunge dieser feinen Fasern, die auch beim Menschen nachgewiesen sind, im Marke nach, so gelangt man, wie oben schon gezeigt wurde, zur Ueberzeugung, dass dieselben wesentlich von den kleineren Zellen abstammen, die auch in den Ventralhörnern, besonders in der medialen ventralen Zone derselben und in der Grenzgegend gegen das dorsale Horn in bedeutender Menge vorhanden sind. Ob auch Zellen der Dorsalhörner vor allem der *Clarke*'schen Säulen, wie *Gaskell* annimmt, an der Bildung dieser feinen Elemente der ventralen Wurzeln sich betheiligen, ist vorläufig nicht mit Bestimmtheit zu sagen, immerhin muss betont werden, dass weder *Golgi*, noch *Ramón y Cajal* und *ich* selbst und *v. Lenhossek* bis anhin solche zu beobachten im Stande waren. Dagegen glaube ich ganz bestimmt dafür mich aussprechen zu dürfen, dass keine unwillkürliche Bewegungen vermittelnden Fasern durch die dorsalen Wurzeln aus dem Rückenmark austreten, wie dies für die im Ischiadicus der Säuger vorhandenen vaso-dilatirenden Fasern behauptet worden ist (s. *Hermann*, Handb. d. Phys. IV), da wie wir oben sahen, die unmittelbare Beobachtung lehrt, dass beim Menschen und bei den Säugern die dorsalen Wurzeln keine Elemente enthalten, die im Marke entspringen. Anders verhält sich, siehe oben (§ 125), die Sache bei den niederen Wirbelthieren *(Kutschin, Freud, Klaussner)* und beim Hühnchen *(v. Lenhossek, Ramón)*.

Dem Gesagten zufolge würden somit gewisse motorische Zellen der ventralen Hörner die glatte unwillkürliche Muskulatur beeinflussen und frägt sich nun weiter, ob diese Zellen durch das ganze Rückenmark hindurch dieselbe Verrichtung haben, wie die motorischen Zellen der willkürlichen Muskeln, abgesehen von den Verschiedenheiten, die die Organe bedingen, zu denen die betreffenden Fasern gehen, oder ob hier gewisse wesentliche Unterschiede sich finden. Vor allem wird es sich darum handeln zu bestimmen, ob besondere Zellen und Fasern da sind, die Kontraktionen bedingen und andere, die dieselben hemmen oder Erschlaffungen bewirken und da möchte ich glauben, dass in Anbetracht dessen, was über die Herznerven bekannt ist (man vergleiche besonders die Arbeiten von *Gaskell*) nicht wohl bezweifelt werden kann, dass dem wirklich so ist.

Diese unwillkürlichen motorischen Zellen nun werden im Rückenmarke, ebenso wie die andern, auf reflektorischem Wege durch sensible Wurzelfasern und ihre Enden erregt werden können und die Erregung so oder so beantworten. Und da die unwillkürliche Muskulatur auch vom Gehirn aus nach beiden Seiten hemmend und erregend beeinflusst werden kann (Einfluss auf das Herz, die Gefässe, die Schweissfunktion, die Blase, die Geschlechtsorgane u. s. w.), wird ferner anzunehmen sein, dass die unwillkürlich motorischen Zellen auch durch lange, das ganze Mark durchlaufende Bahnen in Thätigkeit versetzt werden können. Solche Bahnen könnten als bis jetzt noch unbekannte centrifugal wirkende in den Ventralsträngen oder den ventro-lateralen Strängen liegen. Doch wäre es denkbar, dass auch die Pyramidenbahnen in gewissen Fällen eine Rolle spielen, wie vor allem bei den Athembewegungen, die theils willkürlich, theils autochthon auftreten. — Centrifugal degenerirende Bahnen hat übrigens *Marchi* sowohl in der lateralen Kleinhirnbahn als auch in den Ventralstranggrundbündeln gefunden und glaubt dieselben auf Fasern beziehen zu müssen,

die im Cerebellum entspringen, mit welchem Recht werden weitere Untersuchungen ergeben (s. auch *v. Lenhossek* Nr. VII S. 138, 139).

6. Bedeutung der Dendriten für die Funktionen des Markes.

Ich stelle diese Erörterung in die letzte Reihe, weil zur Durchführung derselben eine Kenntniss aller Leistungen des Rückenmarkes nöthig ist. Auch würde ich überhaupt nach dem im vorigen § über die Dendriten Auseinandergesetzten nicht mehr auf diese Frage eingehen, wenn nicht *Ramón* in seiner letzten Arbeit (Nr. VIII auf S. 62, 63) mit grosser Bestimmtheit wiederum erklärt hätte, dass alle Dendriten nervöse Funktionen haben, in welcher Beziehung auch *v. Gehuchten* und *v. Lenhossek* ihm zuzustimmen scheinen.

Ramón nimmt an, dass alle Dendriten cellulipetal leiten, die Achsencylinderfortsätze dagegen cellulifugal. Da nun aber dieser Annahme alle bipolaren Zellen der Spinalganglien, des Acusticus u. s. w. widersprechen, deren periphere Nervenfaser cellulipetal leitet, so wird von *Ramón* und ebenso von *v. Gehuchten* angenommen, dass dieser Theil der sensiblen Fasern ein Protoplasmafortsatz sei und nur der zum Centrum sich begebende Abschnitt ein echter Achsencylinderfortsatz. Und bei den unipolaren Spinalganglienzellen der höheren Wirbelthiere wird dasselbe behauptet und zugleich die Hypothese aufgestellt, dass der einfache Ausläufer der unipolaren Zellen genetisch und morphologisch ein Theil der Zelle sei und keine Nervenfaser!

Gegenüber diesen Aufstellungen, die, wenn sie richtig wären, allerdings die nervöse Natur und das Leitungsvermögen gewisser Dendriten ausser Zweifel stellen würden, muss ich nun aber doch bemerken, dass dieselben mit dem, was bisher allgemein angenommen wurde, in grossem Widerspruche stehen. Bisher galt es als ein Axiom, dass ein Protoplasmafortsatz niemals zu einem Achsencylinder einer dunkelrandigen Faser sich gestalte und nun sollen die distalen Theile aller sensiblen Fasern die Bedeutung von Dendriten haben, obschon dieselben im Baue mit den markhaltigen Fasern ganz übereinstimmen. Ebenso gesucht scheint mir die weitere Aufstellung von *Ramón*, dass der einfache Schenkel der *Tubes en T* der Spinalganglienzellen ein Theil der Zelle sei, da doch derselbe eine Markhülle, eine *Schwann*'sche Scheide und oft eine *Ranvier*'sche Einschnürung besitzt (s. *Retzius* Nr. IV).

Von dieser Seite lässt sich mithin, wie mir scheint, die nervöse Funktion der Dendriten und ihre Leitungsfähigkeit bei den nervösen Vorgängen kaum erweisen und werden wir somit bei Würdigung ihrer Funktion im Rückenmarke nach anderen Thatsachen uns umsehen müssen. Ich möchte nun nach wie vor behaupten, dass gerade bei diesem Organe vorläufig auch nicht Eine Thatsache in diesem Sinne spricht, ja, dass umgekehrt die Erwägung, dass alle physiologischen Leistungen des Markes ohne Zuhilfenahme der Dendriten sich vollkommen genügend erklären, gegen dieselbe anzuführen ist. Dazu kommt dann noch die von mir oben schon berührte Thatsache, dass im Marke des Menschen und von Säugern Dendriten im Innern und an der Oberfläche der weissen Stränge vorkommen, wo von Einwirkungen von nervösen Elementen auf dieselben keine Rede sein kann. Diesen Satz bestreitet nun allerdigs *Ramón* auf Grund von wichtigen, von ihm und *Cl. Sala* an Batrachiern angestellten

Untersuchungen (Nr. VIII, S. 13 und folgende), bei denen nach den Beobachtungen von *Lavdowsky* und *Sala* an den Seitentheilen des Markes eine oberflächliche Schicht sich findet, die nur aus Verzweigungen von Dendriten von gewissen Nervenzellen der grauen Substanz besteht (s. unten). Derselbe will nämlich gefunden haben, dass in der genannten oberflächlichen Dendritenlage zwar keine markhaltigen Fasern der Stränge, dafür aber mehrerlei andere Nervenfasern enthalten sind, und zwar: 1. longitudinal verlaufende marklose Fäserchen, die auch in den Strängen selbst in wechselnder Menge sich finden, über deren Herkunft und Endigungen jedoch *Ramón* nichts meldet; 2. und das ist besonders erwähnenswerth und ganz neu, finden sich bei Batrachiern auch Collateralen der Strangfasern, die in der Richtung nach der Oberfläche des Markes verlaufen und theils im Innern der Stränge, theils innerhalb der oberflächlichen Lage der Protoplasmafortsätze ihre Endigungen zeigen (*Cl. Sala*, Fig. 4). Endlich sollen 3. in gewissen Regionen des Markes, besonders gegen die *Medulla oblongata* hin, auch nervöse Fortsätze von Kommissurenzellen längs der *Fissura ventralis* verlaufend, an der Oberfläche des Ventral- und Seitenstranges sich ausbreiten (*Cl. Sala*, Fig 5 *x*). Als Seltenheit erwähnt *Cl. Sala* noch, dass in Einem Falle eine motorische Wurzelfaser eine Collaterale zu dem cirkummedullären Dendritenplexus sandte (Fig. 5 *u*).

Eine Hauptfrage wäre nun, zu wissen, ob solche oberflächliche und im Innern der weissen Stränge endende Collateralen auch beim Menschen und den Säugern vorkommen. In ersterer Beziehung kann ich vorläufig nur so viel sagen, dass eine sorgfältige Prüfung meiner zahlreichen Präparate mir bei den Säugern keine Spur von nach aussen abgehenden Collateralen gezeigt hat, dagegen habe ich allerdings, wie bereits S. 91 erwähnt wurde, an den Collateralen des Ventral- und Seitenstranges, wie auch *Ramón*, einen Beginn ihrer Verästelung schon innerhalb der weissen Substanz gesehen, doch ohne dass es mir bis dahin möglich war, hier auch Endigungen derselben zu finden. Somit bleibt es vorläufig unentschieden, wie diese Verhältnisse bei den höheren Wirbelthieren gestaltet sind, und werden wir auf keinen Fall das bei den Batrachiern Beobachtete als Ausgangspunkt einer Hypothese über die Funktionen der Dendriten machen dürfen. Ich bleibe für einmal bei dem oben geäusserten Ausspruche, dass die physiologischen Verhältnisse des Rückenmarkes vollkommen genügend sich erklären, auch wenn man die Dendriten der Zellen der grauen Substanz nicht als leitende nervöse Apparate auffasst, und erlaube mir noch besonders hervorzuheben, dass weder *Ramón*, so eifrig er auch die nervöse Natur und Funktion aller Dendriten verficht, noch auch *v. Gehuchten* und *v. Lenhossek*, die auf demselben Standpunkte zu stehen scheinen, den geringsten Versuch gemacht haben, die Leistungen der Dendriten der Rückenmarkszellen in ihre physiologischen Auseinandersetzungen und Schemata einzubeziehen, Beweis genug, dass auch sie glauben, ohne Verwerthung der Dendriten die Physiologie des Rückenmarkes verständlich machen zu können.

Unter diesen Verhältnissen halte ich es nicht für nöthig, die Verwickelungen im Einzelnen auszumalen, welche sich ergäben, wenn man anzunehmen hätte, dass alle centripetalleitenden Elemente des Markes, d. h. die sensiblen Wurzelfasern und ihre Collateralen, die Fasern der Kleinhirnseitenstrangbahn und ihre Collateralen, viele Strangfasern der ventralen und Seitenstränge

sammt ihren Collateralen nicht nur auf die betreffenden Nervenzellen, sondern auch auf deren Dendriten einwirkten, wenn ferner auch die Pyramidenbahnen und ihre Collateralen möglicher Weise nicht nur auf die motorischen Zellen und ihre Dendriten, sondern vielleicht auch auf die Dendriten von Strangzellen und Kommissurenzellen einen Einfluss ausüben würden. Wir haben im Marke schon nach dem oben Auseinandergesetzten so zahlreiche Beziehungen der verschiedenen Elemente zu einander, dass es nicht leicht ist, isolirte Leistungen zu begreifen und wird kaum Jemand Verlangen darnach tragen, diese Verhältnisse ohne zwingende Gründe noch schwieriger zu gestalten.

§ 129.

Entwicklung des Rückenmarks. Neuroglia. Zur Kenntniss des feineren Baues des Rückenmarks gehört auch die Kenntniss der Neuroglia oder Glia (*Virchow*), des sogenannten Nervenkittes oder der Stützsubstanz des centralen Nervensystems und diese kann nicht geschildert werden, ohne auf die Entwicklung des Organes einzugehen; doch ist es nicht nöthig, an diesem Orte eine mehr als übersichtliche Darstellung derselben zu geben und müssen alle speziellen Verhältnisse der Entwicklungsgeschichte überlassen werden.

A. Entwicklung des Rückenmarks.

Das Rückenmark entwickelt sich aus dem Ektoderm und besteht nach der Schliessung der Rückenfurche aus einem Kanale, dem späteren Centralkanale, dessen dicke Wandungen anfangs von ganz gleichartigen, radiär gestellten Zellen gebildet werden, welche, scheinbar wie eine mehrschichtige Lage sich darstellen, in der That aber doch nur einschichtig sind, indem jede Zelle mit ihren Enden die beiden Oberflächen erreicht und nur die Kerne in verschiedenen Höhen stehen. In zweiter Linie scheidet sich diese Wand in zwei Lagen, von denen die äussere (die Mantelschicht von *His* oder die „gereiftere Kernzone" von *Merk*) einen lockereren Bau besitzt und die Anlage der grauen Substanz ist, während die innere (die Innenplatte von *His* oder die Kernzone von *Merk*) vorläufig noch dasselbe Aussehen und dieselbe Bedeutung beibehält, welche der primitiven noch ungetheilten Wand des Medullarrohres zukam.

Bevor diese Scheidung auftritt und in wesentlichem ursächlichem Zusammenhange mit derselben, bilden sich in der Wand des Rohres zahlreiche Mitosen (*Altmann, Rauber, Merk, Burckhardt*), welche „ventrikulären und ultraventrikulären Mitosen" zu einer stetigen Zunahme der Zellen der primitiven Markanlage an Zahl und zu einer Massenzunahme der ganzen Anlage führen. Da jedoch diese Mitosen namentlich in späteren Zeiten vorwiegend an den Seitenwandungen des Centralkanales vorkommen, so bezieht sich diese Zunahme wesentlich auf eine Verbreiterung und weniger auf eine Vergrösserung im *Diameter dorsoventralis* des Organes und erhalten sich an diesen Seiten, in der sogen. Bodenplatte und Schlussplatte (*His*) die ursprünglichen Verhältnisse längere Zeit. Indem nun in dieser Weise die Wand der ursprünglichen Markanlage sich verbreitert und immer mehr Zellen von innen her lateralwärts vorgeschoben werden, nimmt, wie *His* zuerst nachgewiesen hat, ein Theil der Markzellen besondere Gestaltungen an. Einmal wächst ein Theil der Elemente der Innenplatte, und zwar die Spongioblasten von *His*, in Neurogliafasern aus,

welche die Markanlage in ihrer ganzen Dicke durchsetzen und an der äusseren Oberfläche derselben seitlich eine dünne zellenfreie Lage, den Randschleier von *His*, bilden und zu einer dünnen Begrenzungshaut, der *Limitans meningea His*, verschmelzen. Auf der anderen Seite gestaltet sich ein Theil der Elemente der Mantelschicht zu birnförmigen Zellen, welche die ersten Bildungszellen der Nervenfasern sind und aus diesem Grunde von *His* den Namen Neuroblasten erhielten. Indem nun diese Neuroblasten mit ihrem spitzen Ende in immer längere Nervenfasern übergehen, wachsen diese Fasern an den Seitentheilen und an der Ventralseite in den Randschleier hinein und gestalten denselben so zur Anlage der weissen Substanz.

Zugleich vermehren sich die Zellen der Innenplatte und der Mantelschicht und frägt es sich nun vor allem nach der Herkunft der Neuroblasten und Spongioblasten. Allem zufolge gehen diese beiden Zellenarten aus den ursprünglichen Ektodermzellen der Medullarplatte hervor, an denen *E. v. Beneden* und ich (Keimblätter des Kaninchens S. 37), schon in den frühesten Zeiten karyokinetische Theilungen wahrgenommen haben, die, wie später gezeigt wurde, vor allem in den innersten Lagen der Wand des Medullarrohres sich finden. Was *His* Keimzellen nennt, sind nichts anderes als die in Mitose begriffenen Zellen der ursprünglichen Markanlage und betrachte ich dieselben als die Elemente, durch deren Theilungen das Material für die Vermehrung einerseits der indifferenten Ektodermzellen, als auch andererseits ihrer Abkömmlinge, der Neuroblasten und der Spongioblasten, geliefert wird.

His hat in seinen klassischen Arbeiten über die Entwicklung des Markes und des Gehirnes die Frage nach der Herkunft der Keimzellen, der Neuroblasten und der Spongioblasten an mehreren Stellen berührt, ohne dieselbe endgültig zu entscheiden, doch neigt er sich mehr der Annahme zu, dass die Keimzellen und die Epithelzellen nicht zusammengehören. Ganz bestimmt hat sich dagegen *Ramón y Cajal* (Nr. VII) in seiner äusserst wichtigen Mittheilung über das erste Auftreten der Ausläufer der Nervenzellen auf die Seite gestellt, die ich hier vertrete, und wenigstens den Beweis erbracht (Fig. 1, 4, 7), dass die Nervenzellen des Hühnchens bei ihrem ersten Auftreten wie Ependymzellen aussehen, wenn es ihm auch nicht gelang, die Beziehungen der primitiven Ependymzellen zu den Neuroblasten und Spongioblasten in ihren Einzelnheiten zu ermitteln. Sehr bedeutungsvoll ist auch der von *Ramón* gegebene Nachweis von freien angeschwollenen Enden (*cônes de croissance*) der sich entwickelnden Nervenfasern und Collateralen (l. c. Fig. 1, 3, 7) innerhalb des Markes und selbst im Innern der sensiblen Wurzeln. In Betreff der Dendriten bestätigen diese Untersuchungen die schon von *His* gemachte Angabe, dass dieselben erst in zweiter Linie aus dem Körper der Neuroblasten hervorsprossten, doch ist *Ramón* der Ansicht, dass manche Neuroblasten von Hause aus spindelförmig sind und dass der kürzere, dem Centralkanale zugewendete Fortsatz derselben später zu einem Dendriten sich gestalte. Auch *Vignal* spricht sich in seinen trefflichen Untersuchungen über die Entwicklung der Elemente des centralen Nervensystems (Paris 1889) in demselben Sinne aus, wie ich.

Nehmen wir die hier gegebene Deutung der bei der Entwicklung des Markes sich abspielenden Vorgänge als richtig an, so erklärt sich auch, in wie fern Wachsthum und Zelltheilung bei denselben zusammen wirksam sind, was *Merk* in seiner wichtigen

Arbeit in Folge von Missverständnissen leugnen zu müssen glaubt (Denkschr. d. Wiener Akad. Bd. 53, 1887). Dass Zelltheilung nicht nothwendig direkt mit Wachsthum verbunden ist, ist längst bekannt und lehrt dies ja die Furchung des Eies in ihren ersten Stadien deutlich genug. Dagegen geht in allen Fällen, in denen die Theilstücke einer Zelle sofort zur Grösse der Mutterzelle heranwachsen, Zelltheilung und Wachsthum Hand in Hand und so ist es beim Marke. Kommt dann, wie beim Nervensysteme, noch eine Vergrösserung der Tochterzellen über das Maass der Mutterzellen dazu, wie einmal bei der Umwandlung der Neuroblasten in grosse multipolare Zellen, und bei der Entwicklung der Nervenfasern und mithin der gesammten weissen Substanz aus diesen Zellen und zweitens bei dem Auswachsen der Spongioblasten in Neurogliafasern, so emanzipirt sich natürlich das Wachsthum in hohem Grade an der Zellentheilung.

Was nun die weitere Entwicklung der Markes betrifft, so wachsen sehr früh, wie *His* gelehrt hat, die sensiblen Wurzeln von den Spinalganglien aus, die vom ersten Anfange an dem Rückenmarke anliegen und mit demselben eins sind, an das Mark heran und in dasselbe hinein und bilden Anlagerungen

Fig. 401.

Fig. 402.

oder Auflagerungen an demselben, die nichts anderes als die ersten Anlagen der Dorsalstränge sind (Fig. 402 *h*), bei welchem Vorgange die Spinalganglienzellen anfangs als bipolare Zellen auftreten und erst nach und nach durch Zusammenrücken und Verschmelzung der zwei Ausläufer bei den höheren Wirbelthieren zu unipolaren Zellen sich gestalten.

Fig. 401. Querschnitt des Markes eines Kaninchenembryo von 14 Tagen aus der Halsgegend. Vergr. 68. *cc* Centralkanal; *a* Ventralstrang; *ra* ventrale Wurzel; *gg* Gefässe; *p* Dorsalstrang; *rp* dorsale Wurzel; *ga* motorischer grauer Kern; *gp* sensibler grauer Kern, Ursprungs- und Endstellen der Wurzeln; *c Commissura ventralis* (sollte ganz querstreifig sein); *e* scheinbares Epithel des Centralkanales.

Fig. 402. Querschnitt des Halsmarkes eines 6 Wochen alten menschlichen Embryo von 0,56 mm Höhe und 0,44 mm Breite am breitesten Theile, 50 mal vergrössert. *c* Centralkanal; *e* epithelartige Auskleidung desselben; *g* ventrale graue Substanz mit einem dunkleren Kern, aus dem die ventrale Wurzel entspringt; *g'* dorsale graue Substanz; *v* Ventralstrang; *h* Dorsalstrang; *ca Commissura alba*; *m* ventrale, *s* dorsale Wurzel; *v'* dorsaler Theil des Ventralstranges (sogenannter Seitenstrang); *e'* dünner Theil der Auskleidung des Centralkanales in der dorsalen Mittellinie.

Ganz verschieden von diesem Vorgange ist die Entwicklung der motorischen Wurzeln und aller Strangfasern mit Ausnahme derer der Pyramidenbahnen. Alle diese Elemente entwickeln sich aus den vorhin erwähnten Neuroblasten, indem dieselben eine birnförmige Gestalt annehmen und einen Fortsatz treiben, der bald länger werdend als Achsencylinder erscheint. Ein Theil der Neuroblasten nun treibt seine Achsencylinder gegen die ventrale Fläche des Markes hin und aus demselben heraus und liefert so die motorischen Wurzeln. Andere Neuroblasten, diejenigen der *Formatio arcuata* von *His*, senden ihre Axonen von der Dorsalseite her neben dem Centralkanale gegen die ventrale Fläche und am Centralkanale vorbei auf die andere Seite und liefern Theile der *Commissura alba* und des Ventralstranges der andern Seite. Noch andere Nervenbildungszellen schieben ihre Fortsätze in die Seitentheile in den Randschleier und erzeugen die seitlichen Theile des Ventralstranges (Fig. 401). So entstehen nach und nach beim Menschen vier weisse Stränge und die weisse Kommissur, ferner vier anfänglich fast ganz getrennte Ansammlungen grauer Substanz (mein Grundriss der Entwicklungsgeschichte 2. Aufl. Fig. 170), während der Centralkanal zwar immer noch von mehrfachen Zellenlagen begrenzt ist, aber doch dünnwandiger wird.

Fig. 403.

Während dem Gesagten zufolge beim Menschen die weisse Substanz in Gestalt von vier Strängen auftritt, erscheint dieselbe beim Kaninchen als ein seitlich zusammenhängender Beleg (Fig. 401) und ist auch hier in demselben Stadium die Wand des Centralkanales viel dicker, doch sind bei diesem Geschöpfe und, wie *His* lehrt, bei allen Wirbelthieren die Grunderscheinungen der ersten Entwicklung des Markes dieselben.

Für die spätere Ausbildung des menschlichen Markes verweise ich nun zuerst auf die Fig. 403, die den Querschnitt des Markes eines menschlichen Embryo von 8 mm Länge bei geringerer Vergrösserung darstellt und auf Fig. 404, die die eine Hälfte desselben stärker vergrössert wiedergiebt. Bei diesem sehr gut erhaltenen Embryo, dessen Mark 0,79 mm in der Quere und 0,76 mm im *Diameter dorso-ventralis* betrug, war der Centralkanal in der Mitte noch mehr in die Quere gezogen, als die Fig. 402 denselben zeigt, und besass in seinem ganzen dorsalen Theile ein mächtiges Ependym oder eine Innenzone von 0,21 mm Dicke in Maximo. Weisse Substanz fand sich gut entwickelt an den Eintrittsstellen der dorsalen Wurzeln, die einen beiläufig dreieckigen oder kurz kegelförmigen Dorsalstrang bildeten, der z. Th. aus Querschnitten feinster Fäserchen

Fig. 403. Querschnitt des Markes eines menschlichen Embryo von 8 mm Länge, vergr. Natürliche Grösse 0,79 : 0,76 mm.

bestand, z. Th. und zwar an den Eintrittsstellen der sensiblen Wurzeln auch horizontal verlaufende und pinselförmig ausstrahlende feinste Achsencylinder zeigte. An der ventralen Seite der Eintrittsstelle der sensiblen Wurzel fand sich, der ausgebuchteten Stelle des Centralkanales entsprechend, keine weisse Substanz, dagegen trat eine solche an der ventralen Seite der breitesten Stelle des Markes jenseits einer deutlichen seitlichen Längsfurche (Cylinderfurche, *His*) in anfangs geringer Entwicklung auf und verlief mächtiger werdend bis zur ventralen Fläche, woselbst dieselbe bis 26—30 μ Dicke erreichte und dann in eine nur 19 μ dicke *Commissura alba* sich fortsetzte.

Fig. 404.

Die graue Substanz war ebenfalls an der ventralen Seite viel besser entwickelt als an der dorsalen und bildete hier eine mächtige, rundlich viereckige Masse, in welcher die Ursprungszellen der motorischen Wurzeln als birnförmige Neuroblasten mit den feinen Wurzelfasern selbst, dann bogenförmig verlaufende Fäserchen (*Formatio arcuata, His*), als Ausstrahlung der ventralen Kommissur, endlich eine grosse Anzahl runder Zellen (Spongioblasten, *His*) und radiärer feiner Fasern zu unterscheiden waren. Die bogenförmigen Kommissurenfasern verliefen in der Nähe der Kommissur neben dem Centralkanale und der *Arteria spinalis ventralis*. Im weiteren Verlaufe jedoch wendeten sich dieselben, über einen grösseren Raum ausstrahlend, in der Richtung auf die seitliche Furche lateralwärts und verloren sich in einem dünnen Belege grauer Substanz (Fig. 404), der an der Seite der grössten Breite des Centralkanales seine Lage hatte und aus einigen (zwei, höchstens drei) Schichten länglicher Zellen mit verlängerten Kernen bestand, die offenbar den von *His* beschriebenen Neuroblasten der Kommissurenfasern entsprechen (s. *His*, Sächs. Ber. 1886 Nr. VI Fig. 1 und 2 der Tafel und Holzschnitt *b* vom Embryo *S*, der meinem Embryo nahe steht). Der eben genannte graue Beleg war bis zum ventralen Rande des Dorsalstranges

Fig. 404. Die eine Hälfte des Rückenmarkes der Fig. 403 stärker vergrössert.

sehr deutlich, liess sich aber auch noch zwischen dem genannten Strange und der Ependymlage verfolgen und endete dicht an der medialen Seite des Dorsalstranges leicht verdickt, so dass der Centralkanal mit seiner dorsalen Wand in der Breite von 0,4 mm für sich allein die äusserste Begrenzung des Markes bildete. Noch ist zu bemerken, dass die Zellen des Ependyms in der ventralen Wand der seitlichen Verbreiterung des Centralkanales in konzentrischen Bogenlinien (s. d. Figur) angeordnet waren und in Ependymfasern ausliefen, die die Gegend der Seitenfurche und die ventral an dieselbe angrenzenden Theile einnahmen.

Ein Embryo von 5 Wochen, dessen Mark 1,07 mm Breite und 1,22 mm im dorso-ventralen Durchmesser betrug und demjenigen der Fig 2 der Tafel von *His* entsprach (Fig. 405), zeigte als Hauptfortschritt den, dass einmal der Dorsalstrang viel breiter war und weiter gegen die Mitte sich entwickelt hatte, sodass die Schlussplatte des Centralkanales nur noch in einer Breite von 0,36 mm unbedeckt war. Ferner war nun auch an der ventralen Seite des Dorsalstranges weisse Substanz des späteren lateralen Stranges vorhanden und die laterale Furche des Markes in gewissen Gegenden ganz verschwunden, zum Theil wie in den caudalen Abschnitten nur noch in Andeutungen da. Der Centralkanal besass mehr die typische Form, war aber doch in seinem dorsalen Abschnitte noch sehr weit und erreichte hier sein Ependym immer noch 0,16 mm in Maximo. Den feineren Bau anlangend, so waren die Neuroblasten der ventralen Wurzeln und der Kommissurenfasern sehr deutlich, ausserdem aber auch viele andere Strangzellen zu erkennen und besassen viele derselben schon Andeutungen der Dendriten in Gestalt von kurzen Zacken an der dem Achsencylinder entgegengesetzten Seite. Bei diesem und dem Embryo von 4 Wochen waren auch an feinen Schnitten die noch bipolaren Ganglienzellen der Spinalganglien mit Leichtigkeit zu erkennen.

Fig. 405.

Als wichtiges Novum erwähne ich von diesem Embryo, dass die weisse Substanz, deren Bau ein zierliches, feinstes Gitterwerk mit feinsten Pünktchen, den Querschnitten der Achsencylinder, zeigte, an vielen Stellen einzelne oder gehäuft stehende, runde Kerne enthielt, die nicht selten Protoplasmaumhüllungen besassen, von denen aus feine Fasern in das Gitterwerk der weissen Substanz

Fig. 405. Querschnitt des Markes eines Embryo von 5 Wochen.

übergingen. Diese Elemente, die ich als die erste Andeutung der *Golgi*'schen oder *Deiters*'schen Zellen der Neuroglia der Markstränge betrachte, fanden sich meist in der Nähe der grauen Substanz, waren den Spongioblasten dieser ganz gleich und zeigten nicht die geringsten Beziehungen zu den Gefässen oder Hüllen des Markes. Am zahlreichsten fanden sich dieselben im Dorsalstrange, spärlicher im Seitenstrange und Ventralstrange.

Ich beschreibe nun noch einen Embryo vom Ende des 2. Monates (der beiläufig dem Embryo *h o* von *His*, l. c. Fig. 9 entspricht), dessen Dorsalmark 1,12 mm breit war und im *Diameter dorso-ventralis* 1,24 mm betrug. Der Centralkanal mass noch 0,81 mm im *Diameter dorso-ventralis* und war am Dorsalende obliterirt und ein *Septum dorsale* von 0,17 mm Länge, aus verlängerten Ependymzellen gebildet, an seine Stelle getreten, deren Faserenden an der Oberfläche der dorsalen Mittellinie eine schmale, pinselförmige Ausstrahlung bildeten. Der Dorsalstrang reichte nun bis an dieses Septum heran und war *in toto* 0,62 mm breit. An demselben trat die Eintrittsstelle der sensiblen Wurzeln immer noch als eine 0,08 mm dicke, halbkugelige Stelle hervor, weiter medianwärts verschmälerte sich dann der Dorsalstrang auf 0,054 mm, um dicht am Septum wieder eine Dicke von 0,108 mm zu erreichen. Hier zeigte auch der Dorsalstrang ein dreieckiges Feld von eigenthümlich feinkörniger Beschaffenheit, welches unzweifelhaft den sich entwickelnden *Goll*'schen Strang darstellt. Genauer bezeichnet zeigte sich an diesem Marke die pinselförmige Einstrahlung der dorsalen Wurzelfasern deutlicher und etwas anders als früher. An ihrem Eintritte verbreiten sich diese Fasern nach beiden Seiten und gehen einmal in den

Fig. 406.

Fig. 406. Querschnitt des Markes eines menschlichen Embryo vom Ende des 2. Monats.

ventral von ihrer Eintrittsstelle gelegenen Theil des Dorsalstranges bis zu einer seichten Furche, welche den Dorsalstrang gegen den dorsalen Theil des lateralen Stranges abgrenzt, welche Furche (Randfurche bei *His*) nichts anderes ist, als die spätere dorsale laterale Furche des Markes. Anderseits begeben sich Theile der Wurzelfasern im Einstrahlungskegel, den man jetzt zweckmässig vom eigentlichen Dorsalstrange abgrenzt, direkt einwärts gegen das dorsale Horn, während die am meisten medial gelegenen Fasern in den eigentlichen Dorsalstrang ausstrahlen und hierbei mit ihren letzten Enden die Anlage des *Goll*'schen Stranges erreichen, wo dieselben, jedoch nur schwer, in den tiefsten Theilen desselben wahrgenommen werden. Von dem ganzen lateralen Theile der Ausstrahlung der sensiblen Wurzeln sieht man auch eine Menge feiner Fasern in das Dorsalhorn einstrahlen, die unzweifelhaft nichts anderes sind, als die späteren, die *Substantia gelatinosa* durchsetzenden Büschel von Collateralen.

Der ventro-laterale Strang war bei diesem Embryo überall gut entwickelt, und traten die ventralen Stränge im engeren Sinne deutlich vor und begrenzten eine ziemlich tiefe ventrale Spalte. Am Centralkanale bildete das Ependym an der Basalplatte ein deutliches *Septum ventrale*, dessen Fasern durch die 0,075 mm dicke *Commissura alba* bis zum Grunde der ventralen Spalte reichten; weiter dorsalwärts verdünnte sich das Ependym anfangs, um dann in der Höhe der dorsalen Hörner eine Mächtigkeit von 0,054—0,081 mm zu erreichen, doch war die laterale Begrenzung desselben lange nicht mehr so scharf wie früher.

Was nun die graue Substanz anlangt, so ergab sich bei diesem Embryo das Neue, dass dieselbe nunmehr im dorsalen Abschnitte des Markes mächtiger war, als im ventralen, während bis dahin das Umgekehrte stattgefunden hatte. Die Entwicklung dieser Substanz erfolgte, wie wir schon früher sahen, durch Abspaltung und Umwandlung von Theilen der wuchernden primitiven Ependymwand des Centralkanales und diese Ablösung tritt in erster Linie in der ventralen Hälfte des Markes ein und schreitet von da langsam auf die dorsale Seite fort, wie dies Alles bereits von *His* im Einzelnen ausgeführt worden ist. In dieser Gegend bleibt daher die Wand des Centralkanales viel länger dick und im primitiven Zustande eines vielschichtigen Epithels (Fig. 404, 405). Aus der primitiven grauen Substanz entwickeln sich nach und nach alle Theile der späteren grauen Säulen und betone ich mit Rücksicht auf gewisse Aeusserungen von *His* (l. c. pag. 508), dass auch die *Substantia gelatinosa* aus einem Theile derselben hervorgeht und nicht sekundär von aussen dazu tritt. Zur *Substantia gelatinosa* werden vor allem die Theile, die an den Einstrahlungskegel der sensiblen Wurzel angrenzen, ausserdem ein Theil der weiter medianwärts gelegenen Abschnitte der primitiven grauen Substanz, während der Einstrahlungskegel selbst zur *Lissauer*'schen Randzone sich gestaltet. Hierbei beachte man noch, dass die gelatinöse Substanz der Embryonen viel breiter ist als später (s. Figg. 385, 386) und noch im 3. und 4. Monate ganz vollgepfropft von Spongioblasten und Neuroblasten ist, daher dieselbe auch viel dunkler erscheint als die übrigen Theile der grauen Substanz und auch die späteren radiären Bündel von Collateralen nur sehr undeutlich zeigt. Ich stimme somit im Wesentlichen mit den sorgfältigen Auseinandersetzungen überein, welche *H. K. Corning* über die Entwicklung der *Substantia gelatinosa* gegeben hat (Mikr. Arch. Bd. 31).

Zum Schlusse bemerke ich noch, dass auch bei diesem Embryo alle Theile der weissen Substanz Spongioblasten enthielten, doch waren dieselben auch in diesem Falle in den ventro-lateralen Strängen spärlich mit Ausnahme der *Commissura alba*, wo dieselben ebenso reichlich vorhanden waren, wie im dorsalen Strange.

In den Spinalganglien fanden sich auch bei diesem Embryo ungemein deutlich theils einfach bipolare Zellen, theils Elemente, die die Nervenfasern an Einer Seite der Zelle aufnehmen und abgeben, wie *His* dieselben zeichnet und mit Recht als Uebergangsstadien zu den späteren unipolaren Zellen ansieht (Fig. 407). Ausserdem bemerke ich, dass mir bei allen Embryonen des 2., 3. und 4. Monates auffiel, dass die Zellen der Spinalganglien eine verschiedene Grösse besitzen und Nester grosser Zellen oft von solchen kleinerer Elemente bestimmt getrennt sind.

Fig. 407.

Für die weitere Entwicklung des Markes des Menschen in morphologischer Beziehung verweise ich auf meine Entwicklungsgeschichte 2. Aufl. Fig. 373—376, auf die oben citirte Arbeit von *Vignal* und vor allem auf die ausführlichen Arbeiten von *His* (Abhandl. der sächsischen Gesellschaft d. Wiss. Bd. XIII und XV 1886 und 1889).

B. Stützsubstanz des Rückenmarkes oder Neuroglia.

1. Neuroglia des embryonalen Markes.

Wie *Golgi* zuerst nachgewiesen hat, und später *Magini*, *Falzacappa*, *Ramón*, *ich selbst*, *Retzius*, *v. Gehuchten*, *v. Lenhossek* u. A. bestätigten, besitzt das Mark junger Embryonen anfänglich nur einerlei Gliazellen, die nichts anderes sind, als die sogenannten Ependymzellen des Centralkanales, die mit ihren Ausläufern radienartig das ganze Mark durchziehen und an der Oberfläche desselben dicht an der Pia meist mit grösseren oder kleineren Verbreiterungen enden. Diesen mit der *Golgi*'schen Methode gewonnenen Erfahrungen gingen andere minder vollständige voraus. Vor langer Zeit schon wurde durch *Stilling*, *Clarke* und *mich* die Wahrnehmung gemacht, dass die mittleren ventralen und dorsalen Ependymzellen des Centralkanales, in lange Fasern ausgewachsen, bis in den Grund der ventralen Spalte und in das dorsale Septum sich erstrecken, was von mehreren Seiten (*Reissner*, *Stieda*) bestätigt wurde. Später fanden dann *Hensen* und *ich* selbst im Rückenmark junger Embryonen besondere radiäre Fasern, die

Fig. 407. Bipolare Ganglienzellen aus einem *Ganglion sacrale* eines Embryo des Menschen am Ende des 2. Monats. Starke Vergr.

vom Ependym ausgehend das Mark durchzogen, eine Beobachtung, die dann besonders durch *His* und *Vignal* erweitert und im Einzelnen ausgeführt wurde. Immerhin blieben auch diese Erfahrungen in gewissem Sinne unvollkommen und verdanken wir erst der *Golgi*'schen Methode volle Aufschlüsse über dieses Fasersystem, das ich als das der Ependymfasern bezeichne.

Gehen wir auf eine genauere Schilderung dieser Ependymfasern ein, so finden wir folgendes: Bei ganz jungen Geschöpfen bestehen dieselben, wie die Fig. 408 lehrt, einzig und allein aus einer gewissen Zahl von Ependymzellen, die an ihrem oberflächlichen Ende in eine feine Faser auslaufen, welche Fasern an den Seiten des Centralkanales quer, an den ventralen und dorsalen schmalen Seiten desselben pinselförmig ausstrahlend zur Oberfläche verlaufen. Die Zahl dieser Fasern entspricht auch an den am besten gefärbten Präparaten (siehe auch die Abbildung bei *Retzius* Nr. III, S. 103, Fig. 1 von einem Katzenembryo von 3 cm Länge) lange nicht allen den Centralkanal begrenzenden Ependymzellen und lässt daher auch das Gerüst derselben bei jungen Thieren grössere Lücken. Doch wird dies dadurch einigermassen ausgeglichen, dass anfangs nur wenige, später mehr Ependymfasern an ihren äusseren Enden gabelig sich theilen oder selbst noch mehr sich verästeln. Beachtung verdient ferner, dass die kernhaltigen Theile dieser Ependymfasern, die durch spindelförmige Auftreibungen sich kundgeben, bald dicht an der innern Oberfläche des Centralkanales, bald in verschiedener Entfernung, von derselben sich finden, woraus ersichtlich ist, dass Zellen aus allen Gegenden des noch dicken Ependyms in solche Fasern auswachsen. Von Verschmelzungen der Ependymfasern untereinander, von dem Vorkommen ferner von hintereinanderliegenden verschmolzenen Zellen, wie solche Bildungen von *His* an seinen Objekten gesehen wurden, zeigen *Golgi*'sche Präparate keine Spur und bleibt dahin gestellt, welche Behandlungsweisen mehr Vertrauen verdienen.

Fig. 408.

Geht man zu etwas älteren Embryonen über, wie die Fig. 409, 410 sie darstellen und die Taf. I von *v. Lenhossek* (Nr. VIII), so ergeben sich etwas andere Bilder. Zwar fehlen auch in solchen Präparaten echte Ependymfasern nicht, doch kommen dieselben fast ausschliesslich in der ventralen Hälfte des Markes vor. Im dorsalen Theile finden sich dieselben nur noch vertreten in der sagittalen Medianebene, wo dieselben zwischen den beiden dorsalen

Fig. 408. Ependymfasern des Markes eines Hühnerembryo von 7 Tagen, mittlere Vergrösserung, Behandlung nach *Golgi*.

Strängen im Querschnitte ein nur aus wenigen aber sehr langen Fasern gebildetes Bündelchen bilden (Fig. 409), das ich, weil es in der gesammten Länge des Markes ein zusammenhängendes Gebilde darstellt, das dorsale Ependymseptum nannte (hinteres Keilstück, *Retzius*). Im ventralen Theile dagegen finden wir die Ependymfasern noch ungefähr in derselben Weise vorhanden wie

Fig. 409.

früher, nur sind die oberflächlichen Verästelungen derselben zahlreicher und hat sich auch in der ventralen Mittellinie vom Centralkanale aus bis in den Grund der ventralen Spalte ein Septum ausgebildet, welches ventrale Ependymseptum (vorderes Keilstück, *Retzius*) aus kürzeren und zahlreicheren Zellen besteht als das dorsale.

Fig. 409. Querschnitt des Halsmarkes eines menschlichen Embryo von 4 Monaten. Durchmesser des Markes 2,7 mm in der Breite, *Diam. dorso-ventralis* 2,0 mm. *m* Motorische Wurzeln, *r* Raphe der dorsalen Ependymzellen zwischen den dorsalen Strängen. Von den dorsalen Strängen strahlen Reflexcollateralen *rc* in das ventrale Horn. Ependymfasern *ee'* kreuzen dieselben.

Wenn vorhin bemerkt wurde, dass der dorsale Theil des Markes fast keine vom Ependym ausgehenden Fasern enthalte, so ist damit nicht gesagt, dass in demselben Ependymfasern fehlen, denn es sind alle an den Seiten des Septum dorsale und an der ventralen Seite der dorsalen Stränge gelegene Zellen mit ihren langen, die Oberfläche der dorsalen Fläche des Markes erreichenden Fasern nichts als echte Ependymfasern, die in Folge der hier vor sich gegangenen Obliteration des Centralkanales nicht mehr mit demselben in Verbindung stehen und selbständig geworden sind (Fig. 410). Die Zellenkörper dieser Ependymfasern haben meist keine spindelförmige Gestalt mehr, sondern erscheinen

Fig. 410.

birn- oder kolbenförmig und sind auch in der Regel mit einer Anzahl kurzer, spitzer Fortsätze versehen, ja oft nahezu sternförmig. — Aehnliche Zellen und Fasern kommen nun auch seitlich vom Centralkanale in grösserer oder geringerer Entfernung von demselben, ja selbst bis nahe an der Oberfläche der grauen Substanz vor und ausserdem ist eine Lieblingsstelle solcher Gebilde das ventrale Horn, in welchem längs der lateralen Seite des Ventralstranges ein ganzer Zug solcher Elemente bis zur Gegend der Eintrittsstelle der ventralen Wurzeln verläuft. Von diesen Zellen können keine mehr auf frühere Ependymfasern zurückgeführt werden, d. h. auf Zellen, die einmal den Centralkanal begrenzten,

Fig. 410. Gliazellen eines Schafembryo von 9 cm. An der ventralen Seite sind namentlich links einige Fasern und motorische Wurzeln theils in der weissen Substanz, theils in ihrer Ausstrahlung sichtbar. An der dorsalen Seite schiefe Züge von Nervenfasern und Collateralen.

wohl aber bin ich der Meinung, dass dieselben Abkömmlingen des primitiven Ependyms, die in Folge von wiederholter Zellentheilungen oder von Nachschüben vom Ependym aus in die Anlage der grauen Substanz, oder die Mantelschicht des embryonalen Markes hinausrückten, ihren Ursprung verdanken. Wenn *v. Lenhossek* in der oben citirten Figur seiner Taf. I die letztbeschriebenen Zellen alle als Neurogliazellen den Ependymzellen gegenüberstellt, so kann ich ihm in einer Beziehung wohl Recht geben, muss aber doch betonen, einmal dass ein Theil derselben, nämlich die von den Seiten des Septum dorsale ausgehenden, ursprünglich sicher echte Ependymzellen waren und zweitens, dass auch die anderen Fasern alle mit Zellen verbunden sind, die genetisch auf das Ependym zurückführen.

Mehr Schwierigkeiten machen die Zellen in der ventralen Ecke der Ventralhörner, Fig. 410. Während die andern Radiärfasern, auch wenn dieselben nicht direkt mit Ependymzellen zusammenhängen, doch in ihrem ganzen Verhalten denselben so sehr gleichen, dass die Zusammengehörigkeit sofort in die Augen springt, haben wir es hier mit Gebilden zu thun, die alle Uebergänge von der Spindel- und Keulenform zur Sternform zeigen und oft von den echten *Golgi*'schen oder *Deiters*'schen Zellen nicht zu unterscheiden sind. Immerhin verdient Beachtung, dass dieselben alle ihre stärkeren, oft mehrfach verästelten Fortsätze gegen die Oberfläche des Markes entsenden und in dieser Beziehung an die echten Ependymfasern sich anschliessen. Solche Gebilde treten in erster Linie in der ventralen medialen Ecke der Ventralhörner auf, erscheinen dann aber bald auch (s. *v. Lenhossek* Tab. I von einem menschlichen Embryo von 14 cm aus dem 4.—5. Monate) an den Seitentheilen des Markes in und am Seitenstrange und nehmen endlich bei menschlichen Embryonen von sechs Monaten (s. Fig. 386 die linke Seite) die gesammte Peripherie des Markes mit Ausnahme der Gegend der Dorsalstränge ein. Ich habe diese Neurogliaelemente vor allem bei dem menschlichen Embryo von 4 Monaten studirt, von dem die Fig. 409 stammt und finde dieselben ausgezeichnet durch die sehr zierliche Sternform ihrer Körper, die in allen Formen vom Länglichen zum Rundlichen wechselt und dann auch durch das häufige Auftreten von halbmondförmig gebogenen Zellenkörpern, die ihre Konvexität der grauen Substanz zuwenden und ihre Hauptäste von den Spitzen der Sichel aus entsenden (siehe auch *Lenhossek* VIII Taf. I).

Noch bemerke ich, dass viele dieser Ependymfasern und Gliazellen an ihren Ausläufern eine grössere oder geringere Anzahl von Nebenfortsätzen, kurze Spitzchen, Knötchen, kleine ästige Ausläufer aller Art tragen, die ich geneigt bin, einem guten Theile nach für natürliche Bildungen anzusehen und den auch von *His* wahrgenommenen Seitenausläufern an die Seite zu stellen.

Bei älteren menschlichen Embryonen ändern sich nun die Verhältnisse der Stützsubstanz des Markes insofern, als einmal in der gesammten grauen und weissen Substanz Neurogliazellen von demselben Charakter wie beim Erwachsenen auftreten und zweitens die echten Ependymfasern mit Ausnahme der in den beiden Septen enthaltenen mit ihren äusseren Enden verkümmern. Wenigstens zeigen vollkommen gelungene *Golgi*'sche Präparate, in denen alle anderen Neurogliazellen vollkommen gefärbt sind, nichts mehr von diesen Fasern.

Fragen wir nun nach der Bedeutung und Entwicklung der zuletzt besprochenen mehr sternförmigen Zellen, so stossen wir auf grosse Schwierigkeiten. Nach den einen gehen diese Elemente ebenfalls aus der ursprünglichen ektodermalen Anlage des Markes hervor, während andere dieselben von fremden, von aussen in das Mark hineinwuchernden Zellen, Bindegewebszellen oder Leukocyten ableiten. Man vergleiche vor allem die Arbeiten von *Nansen* (Structure and combinat. S. 160), *Ramón y Cajal* (Nr. II S. 115), *mir* (Nr. III S. 32), *His* (Sächs. Ber.), *Retzius* (Nr. III S. 116), *v. Lenhossek* (Nr. VIII S. 95), *Vignal* (Développem. d. elements du syst. nerveux Paris 1889). Direkte Thatsachen, die für die eine oder andere Ansicht sprechen, fehlen und bin ich daher vor allem auf Gründe der Wahrscheinlichkeit und negative Beweise angewiesen, wenn ich die erstgenannte Hypothese vertheidige.

In erster Linie möchte ich die grosse Aehnlichkeit der bei Embryonen zuerst auftretenden *Golgi*'schen oder Gliazellen mit echten Ependymfasern betonen, die oben schon hervorgehoben wurde und mit Bestimmtheit aussprechen, dass bei diesen Elementen eine Abstammung von der Medullarplatte fremden Zellen im höchsten Grade unwahrscheinlich ist. Gehen wir weiter und fragen wir, ob in späterer Zeit irgend welche Thatsachen für eine Einwanderung von Mesodermelementen in das fötale Mark sprechen, so ist mit einem entschiedenen „Nein“ zu antworten. Ich habe bei jungen menschlichen Embryonen von der 4. Woche bis zum 4. Monate die weisse Substanz genau geprüft und hierbei, wie z. Th. oben schon erwähnt wurde, folgendes gefunden. An den hereinwachsenden Blutgefässen, die in erster Linie als *Art. spinales ventrales* und *dorsales* auftreten (Fig. 401 und *His*, Abh. d. sächs. Ak. Bd. 13 Nr. 6, Fig. 2) sieht man nie andere Elemente als diejenigen, welche die Gefässwand bilden. Ebensowenig zeigt die weisse Substanz Spuren einer Einwanderung von Zellen von aussen her. Dieselbe ist anfänglich einzig und allein von Achsencylindern und Ependymfäserchen gebildet und enthält keine Zellen. Solche treten jedoch sehr früh auf, früher als man bisher wusste. Schon bei dem Rückenmarke eines Embryo von 5 Wochen (Fig. 405) enthalten alle Theile der weissen Substanz mit Ausnahme der *Commissura ventralis* vereinzelte Zellen, welche das Charakteristische darbieten, dass sie fast ohne Ausnahme in der Nähe der grauen Substanz oder der Mantelschicht (*His*) sich finden, den oberflächlichsten Elementen derselben ganz gleichen und wie abgesprengte oder nach aussen geschobene Theile derselben erscheinen. Hie und da finden sich solche Zellen auch in den oberflächlichsten Lagen der weissen Substanz, aber nie fand ich dieselben an der Aussenfläche der das Mark umhüllenden zarten bindegewebigen Haut, welche die Anlage der Pia darstellt oder in derselben. Bei älteren Embryonen von 6, 7 und 8 Wochen und im 3. und 4. Monate werden nun diese Zellen immer zahlreicher, doch verwischen sich die Zeichen nie, die für eine Abstammung derselben von Elementen der grauen Substanz sprechen. Bei noch älteren Embryonen findet man an Karmin- und *Weigert*'schen Präparaten die gesammte weisse Substanz von dicht gedrängten Zellen durchzogen und ebenso in der grauen Substanz noch zahlreiche solche Elemente, welche im entwickelten Marke nicht mehr vorkommen, eine Thatsache, auf die ich schon früher aufmerksam gemacht habe (Nr. III S. 32) und aus welcher ich den Schluss ableitete, dass diese Elemente, die un-

möglich zu Nervenfasern oder Nervenzellen sich umbilden können, Gliazellen den Ursprung geben.

Diese Bildungszellen der Gliaelemente leite ich von anfänglich noch indifferenten Zellen der primitiven Markanlage ab, welche auch den Namen junge unentwickelte Spongioblasten führen könnten und kann ich somit jedenfalls die Sätze von *His* nicht unterschreiben, einmal „dass mit dem Auftreten der Epithel- und der Keimzellen schon von sehr früher Zeit ab die Anlagen für die später vorhandenen Elemente geschieden seien“ und zweitens „dass kein Grund vorliege, in dem einmal angelegten Markgerüste eine nachträgliche Vermehrung der Spongioblasten anzunehmen“ (Sächs. Ber. Bd. XV Nr. IV S. 333 und 360). Meiner Meinung nach sind die Keimzellen indifferente, sich vermehrende Zellen, die im Laufe der Entwicklung theils alle Neuroblasten, theils die peripheren Ependymfasern, theils die späteren Gliazellen liefern und füge ich hier noch bei, dass auch *Vignal* bei seinen offenbar mit grosser Sorgfalt angestellten Untersuchungen zu dem nämlichen Ergebnisse gelangt ist.

2. Neuroglia des ausgebildeten Markes.

Nach Beschreibung der Neuroglia der Embryonen, wende ich mich nun zum Erwachsenen und bemerke in erster Linie, dass bei diesem (ich habe vor allem den Menschen und die Säuger im Auge) die Stützsubstanz des Markes wesentlich aus den oben schon berührten sternförmigen Zellen (den *Golgi*'schen Zellen) und nur in geringem Grade aus Ependymzellen und Fasern besteht.

Was nun zunächst die Ependymzellen anlangt, so ist längst bekannt, dass dieselben bei Thieren an ihren dem Centralkanale abgewendeten

Fig. 411.

Enden in Fasern auslaufen, welche dann auch beim Menschen von mir beobachtet wurden (Fig. 412), doch haben sich die Enden dieser Fasern bis anhin nicht bestimmen lassen. Beim Menschen und beim Ochsen sah ich an Präparaten nach *Golgi* diese Fasern annähernd so, wie sie *Retzius* (Nr. III Fig. 6) vom 7 Monate alten menschlichen Fötus zeichnet (Fig. 411), doch gelang es mir in keinem Falle, beim Erwachsenen alle Ependymzellen gefärbt zu erhalten und ihre Ausläufer über den Bereich der grauen Kommissur hinaus

Fig. 411. Querschnitt des Centralkanales eines Ochsen mit einer Anzahl gefärbter Ependymzellen und ihren Ausläufern. Breite des Kanales 0,46 mm, Dicke des Ependyms 0,027 mm. (Methode von *Golgi*, mittlere Vergr.)

zu verfolgen. Ich vermuthe daher, dass die Ependymfasern beim Erwachsenen nur noch in sehr verkümmertem Zustande vorhanden sind und dass von einem Verlaufe derselben bis zur Oberfläche des Markes auch nicht von Ferne die Rede sein kann. Ebenso bin ich darüber ganz zweifelhaft geblieben, ob dieselben jetzt noch in Form der früheren Septa oder Ependymfaserkeile bis in den Grund der ventralen Spalte und bis an oder zwischen die Dorsalstränge sich erstrecken. Somit spielen beim erwachsenen Menschen und Säugethiere die Ependymfasern nur eine untergeordnete Rolle, während dies allerdings bei niederen Wirbelthieren der Fall ist, wie unten angedeutet werden soll.

Fig. 412.

Noch füge ich bei, dass ich bei einem Kinde von $1^1/_2$ Jahren sehr schöne und z. Th. vollkommene Färbungen der Ependymzellen erhielt, von denen die Fig. 413 eine gute Darstellung giebt. Die Ependymfasern gingen jedoch auch hier nicht weit und zeichneten sich durch grosse Unregelmässigkeit ihres Verlaufes aus. An diesen Fasern kamen auch da und dort Verästelungen und feine Nebenästchen vor. Keine derselben verlief bis zum Grunde der ventralen Spalte und nur hie und da einzelne auf eine kurze Strecke zwischen die Dorsalstränge hinein.

Fig. 413.

Hier ist nun auch der Ort, die **Flimmerung** des Ependyms des Centralkanales zu besprechen, die neulich *v. Lenhossek* bezweifelt hat (Nr. VII S. 49). Ich lege in dieser Frage kein Gewicht auf das Vorkommen von fadenförmigen Anhängen des Epithels an nicht frischen Präparaten, da solche ja, wie *v. Lenhossek* vermuthet, die Bedeutung von Cuticularbildungen räthselhafter Art haben könnten. Wohl aber sind alle Angaben von Beobachtern entscheidend, die an ganz

Fig. 412. Einige Epithelzellen des *Canalis centralis* des Menschen, 400mal vergr. Die Flimmern sind nicht erhalten, wohl aber die fadenförmigen Fortsätze der Zellen, an denen jedoch keine Enden sichtbar sind. Aussen an den Zellenkörpern sieht man die Fäserchen der hinteren grauen Kommissur mit Kernen (Bindesubstanz) und eine spindelförmige Zelle, die einen Fortsatz gegen das Epithel hinsendet.

Fig. 413. Centralkanal eines Kindes von $1^1/_2$ Jahren mit vorzüglicher Färbung der Ependymzellen und Fasern. Die beiden Dorsalstränge angedeutet. Breite und Diameter dorso-ventralis des Kanales 0,23—0,25 mm (*Golgi*).

frischen Theilen die Flimmerung selbst gesehen haben. Als solche nenne ich, indem ich auch das Ependym der Hirnhöhlen dazu nehme: 1. die von *Valentin* und *Purkinje* über Flimmerung in den Hirnhöhlen des Fötus und Erwachsenen beim Menschen und vielen Thieren, auch im *Lobus olfactorius* und Marke (Repertor. von Val. 1836, pag. 156, Tab. I Fig. 27), 2. von *A. Hannover* in den Seitenventrikeln eines Kaninchenembryo, dem Gehirne und Marke von Froschlarven und jungen Fröschen (Rech. micr. pag. 23), 3. von *Leydig* in der 4. Hirnhöhle eines Hingerichteten, bestätigt von *H. Müller*, *Virchow* und *mir* (Würzb. Verh. Bd. V, S. 19), von *Virchow* in den Hirnhöhlen des Kaninchens (Arch. VI S. 37), 5. von *mir* im Centralkanale des *Filum terminale*, des Frosches (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 9 1858, S. 8) und am *Plexus chorioideus* von Kalbsembryonen (Würzb. Sitzungsber. Bd. IX S. LV), 6. von *Gerlach* im *Aquaductus Sylvii*, 7. von *Luschka* (SeröseHäute) an den *Plexus chorioidei* von Neugeborenen und hie und da auch bei Erwachsenen und von *Kupffer* im Marke junger Häringe (mündlicheMittheilung). Diese Beispiele genügen wohl, um die Flimmerung des Ependyms als sicher vorkommend hinzustellen, wenn auch zuzugeben ist, dass dieselbe vor allem bei jungen Geschöpfen und Embryonen sich findet und bei erwachsenen Thieren oft fehlt. Die Wimperhaare sind, wie eine soeben vorgenommene Untersuchung der Hirnhöhlen des Ochsen zeigte, wenn auch lang, doch äusserst zart, und sehr vergänglich, doch erhalten sich dieselben in gewissen Reagentien gut und sieht man sie oft recht deutlich an Karminpräparaten aus *Müller*'scher Flüssigkeit, an *Weigert*'schen und an *Golgi*'schen Präparaten.

Fig. 414.

Zu den eigentlichen *Golgi*'schen Zellen (Fig. 414, 415) übergehend soll in erster Linie betont werden, dass dieselben in allen Theilen der grauen und weissen Substanz des Markes und auch des Gehirnes in reichlichster Menge vorkommen und mit ihren zahlreichen Ausläufern ein Gerüst bilden, welches zwischen allen nervösen Elementen durchzieht und für viele derselben, wie vor allem für die Nervenzellen, die stärkeren Nervenfasern und die Gefässe, besondere Hüllen und Scheiden darstellt. Ausserdem bilden diese Zellen auch besondere Umhüll-

Fig. 414. *Golgi*'sche Zellen (Langstrahler) aus der weissen Substanz der Hirnrinde des Menschen. Starke Vergr. (*Golgi*).

ungen grösserer Abschnitte des Nervensystems, wie z. B. des gesammten Rückenmarkes und vieler Theile des Gehirns, welche als Gliahüllen bezeichnet werden können.

Was nun zunächst die Formen der *Golgi*'schen- oder Gliazellen anlangt, so unterscheide ich, abgesehen von einigen besonderen Formen in gewissen Gegenden des Gehirns (im Cerebellum vor allem), die später besonders beschrieben werden sollen, zwei Varietäten: einmal Zellen mit kürzeren

Fig. 415.

stark verästelten Ausläufern und zweitens Zellen mit sehr langen, wenig getheilten Fortsätzen, die Kurz- und Langstrahler heissen können. Obschon diese beiden Formen durch viele Uebergänge (Fig. 416) verbunden sind, so erscheint doch die Unterscheidung derselben um so mehr gerechtfertigt, als die Kurzstrahler (Fig. 415), wenn auch nicht ausschliesslich, doch vor allem in der grauen, die Langstrahler (Fig. 414) in der weissen Substanz sich finden. Die Körper der beiderlei Zellen-Formen sind nur insofern verschieden als ihre Gestalt bei den

Fig. 415. *Golgi*'sche Zellen (Kurzstrahler) aus den Hemisphären des Kaninchens, die verschiedentlich an die Gefässe sich ansetzen. Starke Vergr. (*Golgi*).

Kurzstrahlern im Allgemeinen in allen Richtungen sternförmig ist, bei den Langstrahlern dagegen mehr verlängert und auch meist stark abgeplattet, welche Abplattung jedoch auch bei den Kurzstrahlern nicht selten beobachtet wird. Nicht selten sind dreieckige, vier- und fünfeckige Zellen, auch Elemente von Pyramiden- und Spindelform kommen vor, und möchte ich ganz im Allgemeinen sagen, dass alle jene wechselnden Gestalten, die die multipolaren Nervenzellen auszeichnen, auch bei den Gliazellen vorkommen.

Die Durchmesser der Zellenkörper der Gliazellen betragen beim Menschen 8—10 μ, nach *Frommann* (I S. 36) 5—8—10 μ, nach *Golgi* im Marke die platten Zellen 20—35 μ mit Kernen von 6—10 μ, die mehr kugeligen Elemente 10—25 μ mit Kernen von 4—8 μ, bei Thieren nach *Gierke* beim Hunde 2—8 μ die kleineren Zellen, 6—15 μ die grösseren,

Fig. 416.

beim Ochsen die kleineren Elemente 3—10 μ, die grösseren 15—48 μ. Der Zellenkern und das Zellenprotoplasma muss an frischen Objekten oder an isolirten Gliazellen untersucht werden, und ist ersterer an Präparaten nach *Golgi* z. Th. gar nicht, z. Th. nur als heller Fleck in der schwarzgefärbten Zelle zu erkennen. An Gliazellen des Ochsen, die in dünner *Müller*'scher Flüssigkeit isolirt und mit Karmin gefärbt worden waren, fand ich das Protoplasma stets eigenthümlich glasig gleichartig und den Zellenkörper zwar scharf begrenzt, doch ohne Anzeichen einer besonderen Hülle. Doch ist hervorzuheben, dass bei gewissen Behandlungsweisen der Inhalt der *Golgi*'schen Zellen auch feinkörnig getroffen wird. Der Zellenkern von 4—6—8 μ mittlerer Grösse ist kreisrund, scharf begrenzt mit deutlicher Membran und enthält in der Regel sehr deutliche dunkle Körnchen in ziemlicher Zahl, unter denen meist kein

Fig. 416. Zwei Gliazellen (Uebergangsform) aus der weissen Substanz des Cerebellum des Menschen. Starke Vergr. (*Golgi*).

Nucleolus zu erkennen ist. Nicht selten ist der Kern von einem hellen, schmalen Hofe umgeben.

Alle Gliazellen haben Fortsätze, deren Zahl selten unter fünf, häufig 10—15—20 beträgt (Fig. 416) und in vielen Fällen ihrer grossen Menge halber (Fig. 415) gar nicht zu bestimmen ist (*Gierke* giebt 25 als Maximum an). Von diesen Fortsätzen, von denen ich in meiner Gewebelehre bereits in der 2. und 3. Aufl. seit 1855, besonders aber in der 4. Aufl. (1865), wie von den Gliazellen überhaupt die ersten genaueren Beschreibungen gegeben hatte, nahm ich früher an, dass dieselben alle untereinander anastomosiren und Netze bilden, in welcher Beziehung in der vor *Golgi*'schen Periode die meisten Beobachter, wie namentlich *Frommann* und *Gierke*, sich mir anschlossen. Der erste, der entschieden gegen Anastomosen der Gliazellen sich aussprach, ohne jedoch dieselben bestimmt zu leugnen, war *Deiters*, von dem auch die erste gute Abbildung einer solchen Zelle herrührt (Taf. II, Figg. 10 u. 11), doch gebührt unstreitig *Golgi* das Verdienst, diese bedeutungsvolle Frage voll erledigt zu haben (Contrib. alla fina anatomia d. org. centr. d. syst. nervoso, Bologna 1871/72), und nenne ich daher ihm zu Ehren mit anderen die fraglichen Elemente die *Golgi*'schen Zellen. Nach *Golgi* anastomosiren diese Zellen niemals und wird der Anschein solcher Verbindungen, wie er in der Fig. 190 meiner Gewebelehre (5. Aufl.) und in vielen Figuren von *Gierke* dargestellt ist, durch die Behandlungsweise erzeugt. Nach neu aufgenommenen Untersuchungen der Neuroglia erwachsener Geschöpfe (Mensch, Ochs, Schaf, Hund, Katze, Kaninchen) habe ich mich vollständig von der Richtigkeit der Angaben von *Golgi* überzeugt und zwar einmal an frischen Objekten und dann an solchen, die mit der *Golgi*'schen Silbermethode behandelt worden waren. Frische Objekte ergeben die besten Resultate bei folgenden Behandlungsweisen: 1. Einlegen in doppeltchromsaures Kali von 0,20—0,30 % auf zwei, drei bis vier Tage, dann Zerzupfen und Schütteln mit Wasser in einem Reagenzgläschen *(Golgi)*. 2. Behandeln der Präparate mit verdünnter *Müller*'scher Flüssigkeit und nachherige Färbung mit karminsaurem Natron *(Ranvier, Vignal, ich)*. 3. Behandeln mit *Alcohol absolutus* bei 30° R. drei bis vier Tage lang und Färbung feiner Schnitte in karminsaurem Natron *(ich)*. Ausserdem sind auch die Methoden von *Ranvier* mit 1/3 Alkohol, Pikrokarmin und Osmium (De la Neuroglie in Travaux du laboratoire du Collège de France 1883) und von *Gierke* (S. 445 u. folgd.) zu empfehlen, der einer Lösung von neutralem chromsaurem Ammoniak, *Kali phosphoricum* und *Natrum sulfuricum*, je fünf Theile auf 100 Wasser, den Vorzug giebt und nach ein bis fünf Tagen die Stücke auf 20 Stunden in Karmin-Ammoniak färbt. Solche von frischem Materiale angefertigte Präparate geben durch nichts zu ersetzende Anschauungen über die eigentliche Beschaffenheit der *Golgi*'schen Zellen, ihrer Kerne und Fortsätze, stehen dagegen, wenn es sich darum handelt, die genauen Formen der Zellen und ihrer Fortsätze, sowie ihre Lagerung und Anordnung zu bestimmen, weit hinter der *Golgi*'schen Silberfärbung zurück. Allerdings ist zuzugeben, dass das Silber oft unreine Färbungen erzeugt, allein dieselben sind immer leicht als solche zu erkennen und reicht nichts an die Schönheit und Zierlichkeit mit Silber gefärbter *Golgi*'scher Zellen heran, wie das grosse Werk von *Golgi* an vielen Stellen zuerst nachgewiesen hat.

Ueber die Fortsätze der *Golgi*'schen Zellen ist nun weiter noch Folgendes zu bemerken. Dieselben entspringen sehr häufig verbreitert vom Zellenkörper und sind auch bei allen platten Zellen anfangs abgeplattet. Bei den Langstrahlern werden im weiteren Verlaufe alle Ausläufer zu drehrunden, feinen Fäden, deren Durchmesser diejenigen der feinsten sonst vorkommenden Elementartheile erreichen, die gröberen nur wenige Bruchtheile von 1 μ betragen und die feinsten nicht mehr messbar sind.

Fast ohne Ausnahme sind diese Fäden ganz gleichartig von Aussehen, auch stets ohne Varicositäten, doch meldet *Golgi*, dass in der grauen Substanz sowohl Gliazellen als deren Ausläufer auch feinkörnig vorkommen (l. c. Fig. 1 und 2). Die Länge dieser Gliafasern ist oft eine ganz erstaunliche. Schon *Gierke* mass solche von 0,5, 0,8, 1,0 mm und ich bestimmte im Rückenmarke noch erheblich längere, die beim Ochsen den halben Durchmesser des Seitenstranges und fast das ganze dorsale Horn hindurch verliefen. Die letzten Enden dieser Fasern laufen fein aus und zeigen, gewisse Ausnahmen abgerechnet, nur in dem Falle Verbreiterungen, wenn sie an Gefässe sich ansetzen, oder an Oberflächen ausgehen.

In Manchem von den Ausläufern der Langstrahler verschieden sind diejenigen der Kurzstrahler. Einmal sind dieselben viel unregelmässiger im Verlaufe und Aussehen, oft wie winklig gebogen, stellenweise dünner und wieder dicker und durch meist zahlreiche Verästelungen sich auszeichnend. Dann ist der Verbreitungsbezirk derselben ein beschränkter, ihre Dicke im Allgemeinen bedeutender und die Endigungen insofern verschieden, als dieselben nicht selten verbreitert an Gefässe sich ansetzen. In den einen Fällen sind dies Enden feiner Ausläufer, wie *Golgi* ein solches Verhalten zuerst bei einer Zelle zeichnet (l. c. Fig. 4), die vielleicht besser als langstrahlige bezeichnet würde, in anderen grobe, vom Zellenkörper bis zum Gefässe in gleicher Weise verlaufende Fortsätze, wie in meiner Fig. 415.

Hier ist nun auch eine eigenthümliche, von *Ranvier* aufgestellte Darstellung der *Golgi*'schen Zellen zu erwähnen. Nach diesem Autor sind die Gliafasern beim Erwachsenen keine Ausläufer der *Golgi*'schen Zellen, sondern entweder denselben nur angelegt oder durch das Protoplasma derselben hindurchziehend. Anders beim Embryo. Hier, bei einem Kalbsembryo von 0,14 m, zeigten die *Golgi*'schen Zellen anfangs keine Fortsätze, während bei Embryonen von 0,75 bis 0,95 m eine grosse Zahl der *Golgi*'schen Zellen sternförmig waren und lange Fortsätze besassen; doch stellten auch diese nicht wirkliche Fasern dar, sondern hatten noch die Beschaffenheit des Zellenprotoplasma und waren mit demselben verschmolzen (Sur les éléments conjonctifs de la moëlle épinière in Compt. rend. 1873 pag. 1299; de la Névroglie, ebenda 5. Januar 1882; Arch. de Phys. 15. Febr. 1883 mit Tafel und Travaux du labor. d'histologie du Collège de France 1883). Dem aus diesen Thatsachen für *Ranvier* sich ergebenden Schlusse, dass die selbständigen Gliafasern erst nach und nach sich entwickeln und mit den Bindegewebsfibrillen genetisch in Parallele gestellt werden können, stellt sich in erster Linie die von ihm selbst (l. c.) gefundene Thatsache, dass die Gliazellen des Gehirns des Erwachsenen nicht über das Stadium der echten sternförmigen *Golgi*'schen Zelle herausgehen, sehr störend entgegen. Ausserdem ist dieselbe aber noch aus manchen anderen Gründen zu

beanstanden, obschon dieselbe in neuester Zeit auch die Unterstützung von *Weigert* erhalten hat (Anat. Anz. 1890 Nr. 19), wie vor allem *Gierke* und *Golgi* (ll. cc.) nachgewiesen haben. *Golgi* namentlich hat, obschon er ganz genau die von *Ranvier* empfohlene Präparationsmethode anwandte, nicht die Ueberzeugung zu gewinnen vermocht, dass die *Ranvier*'schen Schilderungen berechtigt sind und macht namentlich auf eine Quelle des Irrthums aufmerksam, auf die auch ich grosses Gewicht lege. Bei den platten *Golgi*'schen Zellen erheben sich fast ohne Ausnahme aus der Fläche der Zellen platte Fortsätze, die dann in Ebenen, die mit denjenigen der Zellenkörper parallel ziehen, in zwei, drei und mehr Fortsätze auslaufen. Bei gewissen Einstellungen nun erscheinen diese Fortsätze mit ihrem Stammfortsatze als durch den Zellenkörper hindurchlaufende oder demselben aufgelagerte Fasern. Ferner bemerkt *Golgi*,

Fig. 417.

dass Falten der Ränder der platten Zellen ebenfalls für durchtretende Fasern gehalten werden könnten und betont endlich, dass der Ansatz vieler Ausläufer der Gliazellen an Blutgefässe auch gegen *Ranvier* zähle. Ich möchte dem beifügen, dass kurzstrahlige Zellen, wie die der Fig. 415, sehr entschieden für die Annahme von direkten Zellenausläufern und gegen jede Vergleichung mit Bindegewebsfibrillenbündeln sprechen.

Für *Ranvier* könnte man anführen wollen das von allen Beobachtern, besonders auch von *Gierke* und *Golgi*, wahrgenommene häufige Vorkommen von Zellenkörpern ohne Ausläufer an Zerzupfungspräparaten frischer Theile, welche für Reste von Zellenkörpern gehalten werden könnten, die von den von ihnen erzeugten Fibrillen sich gelöst haben. Es sind jedoch, wie *Golgi* hervorhebt, diese scheinbar freien Zellen (Fig. 417) um so seltener, je sorgfältiger

Fig. 417. Drei sternförmige *Golgi*'sche Zellen und zwei frei gewordene Zellenkörper derselben aus dem Marke des Ochsen. Behandlung mit dünner *Müller*'scher Flüssigkeit und mit Karmin. Starke Vergr.

die Objekte gehärtet werden. Was meine Erfahrungen über diesen Punkt betrifft, so bemerke ich, dass diese scheinbaren Zellenreste ihre wirkliche Natur dadurch deutlich zur Schau tragen, dass sie in allen Grössen, keineswegs verkümmert und in der mannigfachsten Weise mit kurzen Zacken oder breiteren platten Fortsätzen versehen, vorkommen, so dass klar ersichtlich wird, dass es sich nicht um verkümmerte Zellen oder Zellenreste handelt. Ferner muss ich sagen, dass solche freie Zellenkörper doch zu häufig und mit zu bestimmten Formen sich finden, als dass man sie nur für zufällig abgelöste Bestandtheile der *Golgi*'schen Zellen halten könnte und hat mir die Erwägung dieser Verhältnisse die Möglichkeit nahe gelegt, dass die *Golgi*'schen Zellen doch vielleicht nicht ganz richtig aufgefasst werden, wenn man sie einfach als sternförmige Zellen ansieht. Eine Prüfung vieler *Golgi*'scher Zellen ergiebt, dass dieselben sehr häufig wie aus zwei Theilen bestehen, einem Zellenkörper und einer demselben einseitig ansitzenden Platte, von welcher die Ausläufer abgehen. Im Profile erscheinen sehr viele *Golgi*'sche Zellen so wie die zwei kleineren Zellen der Fig. 417, namentlich die untere links, die die zwei Theile deutlich erkennen lässt und finde ich auch in der Arbeit von *Vignal* (l. s. c.) viele solche Zellen abgebildet. Gestützt auf diese Thatsachen, möchte ich nun die Hypothese aufstellen, dass die *Golgi*'schen Zellen aus einem Theile ihres Protoplasma einseitig eine mit Ausläufern versehene Platte erzeugen, welche anfänglich und solange die Ausläufer noch sich verlängern mit dem kernhaltigen Theile des Zellenprotoplasma innig und unmittelbar zusammenhängt, später jedoch in vielen Fällen eine andere Dichtigkeit und vielleicht auch eine etwas abweichende chemische Konstitution gewinnt und von diesem Zeitpunkte an unter gewissen Umständen von dem Zellenkörper sich trennen lässt. So aufgefasst, würde *Ranvier* wenigstens bei seiner Vergleichung der *Golgi*'schen Zellen mit den *Müller*'schen Fasern der Netzhaut Recht behalten, und ebenso könnte das, was er über das Durchlaufen der Fasern durch den Zellenkörper der Gliazellen sagt, bei meiner Auffassung auch für möglich gehalten werden, obschon ich von einem solchen Durchlaufen nichts gesehen habe und in der Deutung der Bilder, die *Ranvier* zu dieser Aufstellung veranlassten, ganz mit *Golgi* übereinstimme. *Ranvier* ist überhaupt geneigt, die Gliafasern als viel zu selbständig aufzufassen, indem er freie Enden derselben leugnet, und dieselben für unmessbar lang erachtet. Jedes *Golgi*'sche Präparat zeigt jedoch, wie ungenügend diese Anschauung ist, und finden sich ja an solchen Enden der *Golgi*'schen Zellen z. Th. ganz frei, z. Th. in grosser Anzahl an Blutgefässen (Fig. 415).

Hier schliessen sich nun am besten einige Bemerkungen über die chemische Beschaffenheit der Neuroglia an. Seit den Untersuchungen von *Ewald* und *Kühne* geht durch alle Darstellungen der Satz, dass die Neuroglia aus Neurokeratin bestehe. Vergleicht man damit die von den genannten Autoren gegebene kurze Schilderung, so ergiebt sich, dass dieselbe nur besagt, dass aus der grauen Substanz von Gehirn und Mark Neurokeratin zu erhalten sei, dass aber keinerlei Angabe und keinerlei Beweis vorliegt, ob diese Substanz aus der Neuroglia oder aus den markhaltigen Fasern gewonnen worden sei. Da nun die Neurogliafasern in verdünnter Kalilösung, die Neurokeratin nicht angreift, leicht löslich sind, so ist klar, dass dieselben nicht aus diesem Stoffe

bestehen. In diesem Sinne sprechen auch die Untersuchungen von *Weigert*, indem durch seine neue Färbmethode wohl die Neurogliafasern, nicht aber das sogenannte Neurokeratin der peripherischen Nerven gefärbt wird. Ferner haben *Weber* und *Waldstein* (Arch. de phys. norm. et path. 1882, Études histochimiques sur les tubes nerveux) in vollem Gegensatze zu *Ewald* und *Kühne* gefunden, dass die Gliafasern in Trypsin sich lösen. Im übrigen sind die Gliafasern doch nicht so zart, wie manche annehmen und lassen sich aus frischem Marke mit Leichtigkeit darstellen, wogegen allerdings die Zellen nicht isolirbar sind. Die Behauptung, dass dieselben in Wasser löslich seien, ist unrichtig.

Die Vertheilung und Anordnung der Neuroglia im Marke zeigt folgendes:

Erstens bildet dieselbe an der gesammten Oberfläche des Markes eine dünne Lage von 22—45 μ Dicke, die oberflächliche Gliahülle, von der ich schon vor Jahren zeigte, dass dieselbe ganz und gar aus sternförmigen Zellen besteht, welche mit ungemein zahlreichen Ausläufern einen sehr dichten Filz darstellen, in welchem das Verhalten der einzelnen Elemente, ob dieselben anastomosiren oder nicht, sich nicht mit Sicherheit nachweisen lässt. Mit der *Golgi*'schen Methode gelang es mir nur selten, die Gliazellen dieser Lage zu färben, dagegen stellen sich dieselben mit den oben angegebenen Methoden nicht unschwer dar und ergeben sich als kleinere und grössere Elemente mit Kernen von der *Golgi*'schen Form, und an gewöhnlichen Karminpräparaten erkennt man leicht, dass ihre Ausläufer vorzugsweise z. Th. der Oberfläche des Markes parallel, z. Th. radiär verlaufen. Von dieser oberflächlichen Hülle aus ziehen sich nun in Begleitung der Blutgefässe und z. Th. auch der Nervenwurzeln eine grosse Anzahl von Balken und Fasern in das Innere hinein, welche alle aus Neuroglia bestehen und Scheiden um die betreffenden Theile bilden, die bei den Nervenwurzeln auch zwischen die einzelnen Fasern sich erstrecken. Die *Golgi*'schen Zellen dieser radiären Strahlen sind in ihrer Mehrzahl in der Richtung derselben verlängert und senden neben tangential und longitudinal verlaufenden Fortsätzen ungemein lange solche parallel den Blutgefässen ab, die z. Th. bis in die graue Substanz dringen.

Fig. 418.

In den weissen Strängen stehen die *Golgi*'schen Zellen in longitudinalen Reihen, welche meist in geringen Abständen verlaufen und mit ihren Ausläufern wesentlich zwei Richtungen einschlagen, einmal die quere und zweitens die longitudinale. Die queren, rechtwinklig oder schief zum Verlaufe der Nervenfasern dahinziehenden Gliafasern gehen geschlängelt zwischen den Nervenfasern durch und um dieselben herum und umgeben sie von allen Seiten, so dass es an Querschnitten den Anschein gewinnt (Fig. 418), als ob jede Nervenfaser in

Fig. 418. *Golgi*'sche Zellen aus der weissen Substanz der Dorsalstränge des Menschen mit einem scheinbaren Netze alle Nervenfasern *n* umstrickend. Starke Vergrösserung (*Golgi*).

einer Masche des Glianetzes drin liege, welcher Anschein nun, nachdem Präparate nach *Golgi* ganz bestimmte Anschauungen gewährt haben, als trügerisch bezeichnet werden darf. Wo Gliazellen in der Nähe von Gefässbalken liegen, senden sie auch in diese radiär verlaufende Fortsätze hinein, die denen der in diesen Balken liegenden *Golgi*'schen Zellen sich zugesellen.

Noch entwickelter als die queren und schiefen Ausläufer der *Golgi*'schen Zellen der weissen Substanz sind die longitudinalen Fortsätze derselben, welche zwischen den Nervenfasern verlaufen und jedenfalls eine sehr grosse Länge besitzen. Durch die Verflechtung der longitudinalen, queren und schiefen Ausläufer der *Golgi*'schen Zellen entsteht nun durch die ganze weisse Substanz ein Flechtwerk, ähnlich dem Neuropilema von *His*, von einer solchen Dichtigkeit und Verwicklung, dass es ungemein schwer hält, ein Bild desselben zu geben und das auch die besten bisher vorliegenden Bilder von *Gierke* (Taf. XXI Fig. 10—14 Querschnitte und Fig. 15 Längsschnitt) und von *Frommann* (Taf. I Fig. 3, 4, 5) nicht erreichen. Meine Fig. 419 ist nach einem vorzüglichen Objekte gezeichnet und hat, wie ich glaube, den Vorzug, nicht schematisirt zu sein. — In Betreff dieses Gliagerüstes der weissen Substanz verdienen nun einige spezielle Punkte noch einer besonderen Erwägung. Die Körper der *Golgi*'schen Zellen schmiegen sich, wie jeder Querschnitt (Fig. 418) und auch Flächenbilder oft mit Leichtigkeit erkennen lassen, so an die Nervenfasern an, dass sie denselben entsprechend

Fig. 419.

Fig. 419. Aus dem Marke des Ochsen, Längsansicht eines Theiles des Seitenstranges. *a* Achsencylinder der Nervenfasern. Die sternförmigen *Golgi*'schen Zellen, von denen eine frei liegt, senden nach allen Richtungen feine Fasern aus, die mit dichten Zügen die Nervenfasern umgeben. *Müller*'sche Flüssigkeit und Karmin. Starke Vergrösserung.

grubig vertieft und wie um dieselben herumgelegt sind und dasselbe gilt von den platten Ausläufern dieser Zellen, während die Endfasern selbst mit starken Biegungen zwischen den Elementen der weissen Substanz durchziehen. In dieser Weise gewinnen die *Golgi*'schen Zellen oft Gesammtformen der wunderbarsten Art und erinnere ich hier nochmals an die Täuschungen, zu denen diese „faces et crêtes d'empreinte“ Veranlassung geben können. Ausserdem möchte ich noch anführen, dass ich im Marke des Ochsen auch *Golgi*'sche Elemente mit zwei und drei ansitzenden kernhaltigen Zellenkörpern wahrgenommen habe, die an die von *Golgi* bei einem Gliom gefundenen mehrkernigen Gliazellen erinnerten (sui Gliomi del cervello in Rivista sperim. di Freniatria di Reggio Emilia 1873), obschon dieselben unzweifelhaft normale Bildungen waren.

Vor kurzem glaubt *Paladino* über die Stützsubstanz des Markes eines Plagiostomen, des *Trygon violaceus*, gefunden zu haben, dass dieselbe auch in das Innere der markhaltigen Nervenfasern eindringe und, z. Th. mit kernhaltigen Zellenkörpern dem Achsencylinder sich anlegend, die ganze Marksubstanz durchdringe und mit dem umliegenden Gliagewebe sich verbinde. Ich besorge, dass diese Angaben ebensowenig sich bewahrheiten werden, wie die am nämlichen Orte aufgestellte Behauptung, dass die Achsencylinder der Trygonnervenfasern durch Verschmelzung vieler Zellen entstehen (Monit. zool. italiano 1893 Nr. 2).

Die graue Substanz des Markes zeichnet sich durch das Vorwiegen von kurzstrahligen *Golgi*'schen Zellen aus, wie ich gestützt auf Präparate nach *Golgi* vom Menschen und des Ochsen behaupten darf; doch sind diese Zellen durch Silber nur schwer rein zu erhalten. Beim Ochsen, wo ich dieselben am schönsten sah, gleichen dieselben auf ein Haar denen der Fig. 415 und stehen auch sehr häufig mit Gefässen in Verbindung. Ueber die Menge dieser Elemente geben gewöhnliche Präparate mit guter Kernfärbung jeden wünschbaren Aufschluss und lehren, dass diese Zellen in allen Theilen der grauen Substanz in ziemlich gleicher Menge sich finden, in der *Substantia gelatinosa* ebenso gut, als in den ventralen und dorsalen Säulen und in der grauen Kommissur. Ich betone dies absichtlich, weil *Weigert* aus seinen neuen Färbungen der Gliafasern andere Schlüsse ableitet. Er fand blau sich färbende Fasern in ungemeiner Menge in der *Subst. gelatinosa centralis*, ziemlich reichlich im ventralen Horne, am spärlichsten in der *Subst. gelatinosa Rolandoi* und in den *Clarke*'schen Säulen. Ich erkläre mir dieses Ergebniss daraus, dass in der grauen Kommissur nicht nur Fortsätze *Golgi*'scher Zellen, sondern auch (siehe meine Fig. 413) die sehr zahlreichen Ausläufer der Ependymzellen mitgefärbt wurden.

§ 130.

Rückenmark von Thieren. Der Bau des Rückenmarks des Menschen und der Säugethiere kann nur dann richtig aufgefasst werden, wenn neben der Ontogenese desselben auch die Phylogenese herbeigezogen wird und halte ich es aus diesem Grunde für unumgänglich nöthig, hier auch das Wichtigste zu besprechen, was über den Bau dieses Organes vor allem bei den einfachsten Wirbelthieren sich ergeben hat. Wie wichtig solche vergleichend anatomische Darlegungen namentlich auch im Gebiete des Nervensystems sind, haben schon

seit langem die verdienstvollen Untersuchungen von *Stieda* und in neuester Zeit die von *Ahlborn, Edinger, Fritsch, Ganser, Goronowitsch, A. Meyer, Rabl-Rückhard, Rohde, Rohon* u. A. ergeben.

A. Rückenmark der Fische.

1. Amphioxus (Fig. 420—422).

Die Untersuchungen von *Stieda, Owsjannikow, Rohon, Rohde,* und *Retzius* vor allem haben über das so sehr merkwürdige Rückenmark dieses

Fig. 420.

Thieres eine Reihe Ergebnisse von grösster Tragweite geliefert, deren wichtigste folgende sind:

Fig. 420. Querschnitt des Rückenmarkes von *Amphioxus* aus der mittleren Körpergegend, vergr., nach *Rohde* Fig. 31 a. Breite des Markes 0,22 mm, *Diam. dorso-ventr.* 0,17 mm in der Mitte (eigene Messung). *v* Ventralseite, *d* Dorsalseite des Markes, *a* unpaare kolossale Nervenfaser, durch Schrumpfung zackig geworden, *nfx* laterale Kolossalfasern, *hv* von der Schwanzseite nach der Kopfseite verlaufende Kolossalfasern, *vh* von der Kopfseite nach der Caudalseite verlaufende Kolossalfasern, *stz* Stützzellen (Ependymzellen), die *stf* die Stützfasern entsenden, *nz* Nervenzellen, von denen etwa 13 grössere und kleinere an beiden Seiten des an der Ventralseite weiteren, in seinem Dorsaltheile spaltenförmigen Centralkanales liegen, untermengt mit vielen z. Th. gleich beschaffenen Stütz- oder Ependymzellen, *mw* motorische Wurzel.

Das Rückenmark besteht wesentlich aus zwei Theilen, einem mächtigen oberflächlichen Ringe von weisser Substanz und einem schmalen, in dorso-ventraler Richtung verlaufenden Zuge von grauer Substanz. Dieser mediane Zug enthält einen im ventralen Theile offenen, im dorsalen Theile geschlossenen oder verklebten Centralkanal, dessen Wandungen theils von kleinen, in einfacher Lage gestellten Ependymzellen, theils von Nervenzellen gebildet werden, die zum Theil in der Reihe der Ependymzellen stehen, z. Th. von aussen an dieselben sich anlagern. Die Ependymzellen sind kegelförmige, kleine Elemente, die alle an ihrer Aussenseite in Fasern sich verlängern, von denen die einen unverästelt, oft bündelweise beisammen liegend die gesammte weisse Substanz durchziehen und an der Hülle des Markes endigen, die anderen sich theilend ein feines Flechtwerk bilden, das die nervösen Elemente umhüllt. Ausser diesen Ependymzellen und Fasern enthält das Mark von *Amphioxus* keine andere Stützsubstanz, keine Gliazellen (*Nansen, Rohde*) und stellt sich daher in dieser Beziehung als das einfachste von allen dar, wie *Nansen* zuerst hervorhob.

Die Nervenfasern von *Amphioxus* sind alle marklos, ohne Hüllen, somit nackte Achsencylinder, von denen die stärksten eine feine Punktirung durch Achsenfibrillen zeigen *(Rohde)*. Die Dicke und Vertheilung derselben anlangend, so finden sich im Dorsaltheile mit Ausnahme Eines Abschnittes (Fig. 420) ausschliesslich feinste Fäserchen, in der ventralen Hälfte des Markes dagegen kommen vorwiegend etwas gröbere Elemente und neben diesen dann noch eine gewisse Zahl von kolossalen Fasern vor, die das ganze Mark durchziehen und deren Durchmesser 11—19 μ beträgt (*Stieda*). Die stärkste dieser Fasern *(a)* ist unpaar, an der ventralen Seite des Centralkanales gelegen und misst bis zu 26 μ (*ich*), die übrigen zerfallen in drei Gruppen (*Rohde*), eine dorsale (*v h*) mit fünf Fasern links, sechsen rechts, einer ventralen medialen (*h v*) mit etwa 13—14 Fasern, von denen 7—8 stärker sind, und einer ventralen lateralen (*n f x*) von 5—6 Fasern. Im übrigen finden sich alle Uebergänge von den stärksten Fasern zu den andern.

Die Nervenzellen zerfallen ebenfalls in mehrere Arten. Die kleinsten (von 4—5 μ, *Stieda*) sind nur wenig grösser als die Ependymzellen, theils unipolar, theils bipolar. Die ersteren liegen fast stets in Einer Reihe mit den Ependymzellen und sind oft nicht leicht von denselben zu unterscheiden. Die bipolaren liegen z. Th. neben den Ependymzellen, theils so, dass sie mit ihrem Körper quer durch den Centralkanal verlaufen, was denselben, wenn der Kanal, wie in manchen Fällen, an den Schnitten ein, wie mir scheint, zufällig entstandenes Lumen darbietet, eine sehr eigenthümliche Lagerung giebt.

Die mittelgrossen Zellen (von 11—14 μ Länge, 8—11 μ Breite, *Stieda*) sind nur bi- und multipolar und stehen häufig in halber Höhe des Centralkanales in einer Reihe an beiden Seiten desselben.

Die merkwürdigsten unter den Nervenzellen sind die spindelförmigen, drei- oder viereckigen, stets multipolaren kolossalen Zellen, die im Mittel 28 μ lang und 14 μ breit sind, aber bis zu 57 μ Länge erreichen können (*Stieda*). Dieselben finden sich stets an der Grenze des dorsalen und mittleren Drittheiles des Centralkanals, quer durch denselben gelagert, so dass ihre Ausläufer in beide Markhälften ausstrahlen (Fig. 422 *F*) und der Nervenfortsatz in Eine der erwähnten Kolossalfasern übergeht *(Rohde)*.

Die erste dieser Kolossalzellen (Fig. 421) liegt dicht hinter der sechsten linken sensiblen Wurzel und entsendet die unpaare ventrale Kolossalfaser. Dann folgen in kurzen Zwischenräumen bis zur elften sensiblen Wurzel der rechten Seite elf kolossale Zellen, welche in die Kolossalfasern der dorsalen Gruppe (Fig. 420 *v h*) übergehen und abwechselnd auf die rechte und linke Seite des Markes treten, so dass rechts sechs und links fünf solche Fasern liegen. Zwischen der elften und der 39. sensiblen Wurzel fehlen Kolossalzellen ganz. Dann aber treten bis zur 61. sensiblen Wurzel in grösseren Zwischenräumen noch 14 Kolossalzellen auf, die wieder abwechselnd nach rechts und nach links die Kolossalfasern der ventralen medialen Gruppe (*h v*) abgeben. Die cranialwärts gelegenen zwölf Kolossalzellen schicken ihre Fasern alle caudalwärts, die am Schwanzende gelegenen 14 Kolossalzellen dagegen cranialwärts. Beiderlei Kolossalfasern, die centrifugal ebenso wie die centripetal verlaufenden, werden an ihren Enden nach und nach immer schwächer, bis sie sich unter den übrigen Nervenfasern nicht mehr verfolgen lassen, weshalb ihr Ende vorläufig nicht zu ermitteln war. Die centrifugalen Kolossalfasern fanden sich übrigens noch in der Gegend der 58. rechten sensiblen Wurzel, während die centripetalen in der Höhe der achten bis fünften sensiblen Wurzel verschwanden (*Rohde*). Bezüglich auf den Verlauf der Kolossalfasern sei noch erwähnt, dass alle mit Ausnahme der unpaaren von ihrer Zelle aus erst auf der Einen Seite ventralwärts sich wenden, hierauf ventral von der unpaaren Faser sich umbiegen und dann erst auf der entgegengesetzten Seite ihre typische Lage erreichen (Fig. 422 *f*).

Fig. 421.

Von den kleineren Fasern der medialen ventralen Gruppe der Kolossalfasern, sowie von denen der lateralen ventralen vermochte *Rohde* den Ursprung

Fig. 421. Erste Kolossalzelle von *Amphioxus* (*Rohde*) mit dem Ursprunge der ventralen Kolossalfaser in dem Längsschnitte eines im Jahre 1842 von mir in Neapel gesammelten Thieres. An der Zelle waren 5 Fortsätze zu erkennen, ausser dem in die ventrale Kolossalfaser übergehenden, von denen der 3. links in die 7. sensible Wurzel zu verfolgen war (!). An den an der ventralen Seite des Markes gelegenen Pigmentzellen sind Ausläufer sichtbar, die wie Ependymfasern sich verhalten. Starke Vergrösserung. Ok. 3 S. VII eines *Leitz*.

nicht zu bestimmen, doch sah er am caudalen Ende des Markes noch zehn kleinere, ebenfalls durch den Centralkanal gelagerte multipolare Zellen, die zu kleineren Fasern der medialen ventralen Gruppe gehören könnten.

Der Vollständigkeit wegen sei nun noch erwähnt, dass im Gehirne von *Amphioxus*, einer einfachen blasenförmigen Erweiterung des Markes, zwei besondere Ansammlungen von Nervenzellen sich finden, eine an der dorsalen Seite des Hirnventrikels (*Rohde* Fig. 22) und eine an seiner ventralen (*Rohde* Fig. 23). Ausserdem verdient Beachtung, dass die Wand des Hirnventrikels wie ein mehrschichtiges Ependym besitzt (*Rohde* Fig. 21).

In Betreff des Ursprunges der sensiblen und motorischen Wurzeln hat *Rohde* keine sicheren Angaben, eben so wenig wie irgend ein anderer der früheren Forscher. Nun sind aber vor zwei Jahren die schönen mit Methylenblau angestellten Untersuchungen von *Retzius* als wesentliche Ergänzungen des bisher Ermittelten dazu gekommen und gebe ich noch das Wichtigste des von diesem Forscher Gefundenen.

Fig. 422.

Die Kolossalzellen und -Fasern fand *Retzius* im Allgemeinen wie *Rohde*, nur gelang es ihm in vielen Fällen die Seitenfortsätze der ersteren zu reichen Verästelungen zu verfolgen (Tafel XI, XII, XIII). Diese Ausläufer betrachtet *Retzius* als Dendriten und nicht als Nervenfasern wie *Rohde*, der dieselben in Strangfasern übergehen lässt. Im Verlaufe der Kolossalfasern sah *Retzius* keine Collateralen und liefen dieselben zuletzt in feine varikröse Fasern aus, deren Ende verborgen blieb. Von den kleineren Nervenzellen hat *Retzius* die wichtige Entdeckung gemacht, dass viele derselben einen Fortsatz in eine sensible Wurzel hineinsenden. Diese Zellen stehen quer und sind oppositipol bipolar. Meist senden sie nach der einen Seite einen Fortsatz in eine sensible Wurzel hinein, während ein Ast dieses Fortsatzes den Längsfasern sich anschliesst. So gewinnt es, wenn man die sensiblen Wurzelfasern gegen das Rückenmark zu verfolgt, den Anschein als ob dieselben wie bei höheren Thieren sich theilten. Der andere Hauptfortsatz dieser Ursprungszellen der sensiblen Wurzelfasern schliesst sich, auf der andern Seite des Markes entweder einfach oder getheilt den Längssträngen an (Fig. *D*). Auch reiche Verästelungen wurden an Ausläufern dieser Zellen beobachtet, ferner echt multipolare Elemente (Fig. *G*), z. Th. mit Stammfortsatz, der in eine sensible Wurzel zieht (Taf. XIV, Fig. 4). Noch andere bipolare, in der Längsrichtung stehende Zellen senden Fortsätze in die sensiblen Wurzeln und in die Längsstränge (Taf. XIV, Fig. 1 und 2).

Ist es so *Retzius* gelungen, die Ursprünge der sensiblen Fasern zu finden, so scheint er auch mit Bezug auf die motorischen Wurzeln etwas weiter

Fig. 422. Querschnitt des Markes von *Amphioxus* aus der Gegend der kolossalen Ganglienzelle F (*Rohde*, Fig. 27 a). Geringe Vergr. *F* Kolossale Zelle F, *f* Achsencylinder derselben in seiner Umbiegung zu einer der Kolossalfasern der Gruppe *vh*; *hv* und *a* wie bei Fig. 420, *cc* Centralkanal.

gekommen zu sein als seine Vorgänger. Er verfolgte dieselben von aussen her bis zu einem körnigen kleinen Hügel an den Seiten des Markes, in welchem sich deren Fasern wie mit Umbiegungen verloren. Fortsetzungen derselben waren nicht zu sehen, doch wäre es wohl möglich, dass Quer-Fäserchen, die vom Innern des Markes her an diese Hügel treten, mit denselben zusammenhängen (*Retzius*) und dass der ganze Verlauf der motorischen Fasern nur an Längsschnitten zu übersehen wäre.

Nach Schilderung der feineren Strukturverhältnisse des Markes des *Amphioxus* erübrigt nun noch, die allgemeinen Folgerungen zu betonen, die aus denselben sich ergeben.

In erster Linie erachte ich als sehr bedeutungsvoll die innigen Beziehungen, die zwischen dem Ependym des Centralkanales und den Nervenzellen des *Amphioxus* bestehen. Da dieses Ependym schon bei den Embryonen einschichtig ist, wie aus den Untersuchungen von *Hatschek* und *Kowalewsky* hervorgeht, und beim erwachsenen Geschöpfe viele Nervenzellen in einer und derselben Schicht mit Ependymzellen sich erhalten, während andere allerdings dicht an der Aussenfläche desselben liegen oder quer durch dasselbe hindurchziehen, so ist klar, dass zwischen den beiderlei Elementen kein tiefgehender Gegensatz besteht, mit anderen Worten, dass die embryonalen Ependymzellen das primitive Material bilden, aus welchem einerseits Nervenzellen, anderseits bleibende Ependymzellen hervorgehen, ein Satz, den auch *Rohde* hervorhebt und der zugleich ein Licht auf die höheren Geschöpfe wirft, bei denen ich, wie man sich erinnert, zu demselben Schlusse kam (§ 129).

Zweitens lehrt uns der *Amphioxus* den Fall als bleibend verwirklicht kennen, dass die Stützsubstanz einzig und allein aus typischen Ependymfasern besteht, ein Verhalten, das höhere Geschöpfe nur im ersten embryonalen Stadium zeigen.

Drittens und dies ist wiederum von grosser Wichtigkeit, ist *Amphioxus* das einzige Wirbelthier, dessen Bildungsmaterial der sensiblen Wurzeln keine Ganglien bildet und sich nicht vom Rückenmarke abgelöst hat, wie dies bei den anderen Geschöpfen nur im ersten embryonalen Stadium der Fall ist, ein Verhalten, das auch *Retzius* betont (S. 45). Und sollte sich beim *Amphioxus* ergeben, dass die Nervenzellen, die in sensible Fasern übergehen, dem dorsalsten Theile des Markes entsprechen, so wäre die Uebereinstimmung dieser Elemente mit denen der Ganglien- oder Nervenleiste der höheren Wirbelthiere eine noch grössere und würde sich zugleich der weitere Schluss mit Wahrscheinlichkeit begründen lassen, dass diese Leiste besser als Theil der Markanlage selbst, denn als ein Abkömmling des benachbarten Ektoderms aufgefasst wird.

Eine Deutung der von *Rohde* und *Retzius* ermittelten Einzelnheiten des feineren Baues des Markes jetzt schon vorzunehmen, ist eine zu gewagte Sache und wird ein solcher Versuch erst dann mit einiger Aussicht auf Erfolg sich unternehmen lassen, wenn dieses Organ mit der Methylenblaufärbung und vor allem auch mit der *Golgi*'schen Methode wiederholt und in allen seinen Theilen, namentlich auch im Gehirne, untersucht sein wird. Ich bitte es daher nur als eine Anregung zu weiteren Prüfungen anzusehen, wenn ich andeute, einmal dass die caudalen Kolossalzellen mit ihren gekreuzt in die Lateralstränge

der anderen Seite übergehenden centripetalen Kolossalfasern sehr an die Kommissurenstrangzellen der höheren Wirbelthiere erinnern und zweitens dass die gekreuzt centrifugal verlaufenden Kolossalfasern unwillkürlich das Bild der Pyramidenfasern wiederzugeben scheinen. Liesse sich bei künftigen Untersuchungen nachweisen, 1. dass neben den kolossalen centrifugal und centripetal wirkenden Zellen und Fasern auch noch kleinere und feinere solche Elemente in grösserer Zahl durch das ganze Rückenmark vorkommen, 2. dass die Nervenzellen der sensiblen Wurzeln durch Ausläufer die centripetal wirkenden Zellen umspinnen und 3. dass auch besondere motorische Ursprungszellen vorkommen, auf die Collateralen und Enden der centrifugalen Zellen und Fasern einwirken könnten, so wäre in manchen Beziehungen ein Verhalten wie bei den höheren Geschöpfen wahrscheinlich gemacht.

Ich kann nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, dass bei gewissen Wirbellosen (Polychaeten) kolossale Nervenfasern (auch Neuralkanäle genannt) vorkommen, denen, wie *Nansen* zuerst und nach ihm *Rohde* hervorgehoben hat, diejenigen von *Amphioxus* gleichzustellen sind. Alle diese von *Claparède* entdeckten und von *Leydig* zuerst genauer beschriebenen Kolossalfasern entspringen, wie *Spengel* und *Rohde* gefunden, von kolossalen Ganglienzellen und zeigen im Einzelnen Verhältnisse, die zum Theil in auffallender Weise mit denen von *Amphioxus* stimmen, wie bei *Sthenelais* nach *Rohde* (*Schneider*, Zool. Beitr. II Taf. VII Fig. 87), bei welcher Gattung ebenfalls Kolossalfasern vorkommen, die centrifugal und andere, die centripetal verlaufen. Besondere Beachtung verdient auch, dass nach *Rohde* bei *Sthenelais* die kolossalen Fasern, die hier einfach Achsencylinder darstellen, in gewissen Gegenden eine Menge Seitenästchen abgeben (Fig. 74, 84), die in die Scheide der Fasern eintreten. Auch an den Enden lösen sich nach *Rohde* die Kolossalfasern in feinste Fäserchen auf. Für weitere Einzelnheiten und das Historische über diese merkwürdigen Elemente verweise ich auf *Spengel*'s Arbeit über *Oligognathus Bonelliæ* und auf *Rohde*.

Litteratur über die nervösen Centralorgane von *Amphioxus*: *Owsjannikow* in Bullet. de l'Acad. de Pétersbourg T. 12 1868; *Stieda*, Ebenda Bd. 19 1873 mit 4 Taf.; *Langerhans* in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 12, 1873; *Rolph*, Unters. über d. Bau d. *Amphioxus*, Habilitationsschr., Leipzig 1876; *A. Schneider* in Beiträge z. vergl. Anat. u. Entw. Berlin 1879; *Rohon* in Wien. Denkschr. Bd. 45 Abth. 2, 1882; *Nansen*, The Struct. and Combinat. etc. in Bergens Museum Arsberetting for 1886, Bergen 1887; *Rohde* in *Schneider*'s Zool. Beitr. Bd. 2 Heft 2, 1888; *Retzius*, Biol. Unters. II S. 29 Taf. XI—XIV.

2. Myxine, Petromyzon (Fig. 423, 424).

Das Rückenmark dieser beiden Gattungen stimmt in so vielen Punkten überein, dass es zweckmässig ist, dieselben zusammen zu behandeln.

Die äussere Form schon ist sehr eigenthümlich, im Querschnitte bandförmig, sehr breit und im *Diameter dorso-ventralis* im Mittel 4—5 mal schmäler (Fig. 423 und 424). Dieselbe Gesammtgestalt besitzt auch die graue Substanz, die einen langen schmalen Querstreifen darstellt, welcher nahezu die Seitenränder erreicht und wesentlich den Ventralhörnern entspricht. In der Mitte des Ganzen, jedoch der ventralen Fläche etwas näher, befindet sich ein runder oder länglichrunder kleiner Centralkanal, von welchem aus nach der dorsalen und ventralen Mittellinie bei *Myxine* ein ependymales Septum ausgeht, durch welches die weisse Substanz in zwei Hälften getrennt wird. An der Stelle der ventralen Spalte

findet sich eine mehr weniger tiefe Einbiegung und erscheint im Allgemeinen die ventrale Fläche eher konkav, die dorsale konvex. Die Nervenwurzeln treten an beiden Flächen etwas näher dem Rande als der Mitte heraus.

Fig. 423.

Bezüglich auf den feineren Bau, so besteht die weisse Substanz an der man, wenn man die Durchschnittsstellen der Wurzeln als Ausgangspunkt nimmt, ventrale, laterale und dorsale Stränge unterscheiden kann, abgesehen von der Neuroglia, aus marklosen Nervenfasern, unter denen, wie bei *Amphioxus* feine, mittelstarke und kolossale oder *Müller*'sche Fasern (v. *J. Müller* ent-

Fig. 424.

deckt) unterschieden werden können. Nach *Owsjannikow* ist der Durchmesser der *Müller*'schen Fasern bei *Petromyzon* im Schwanze 8,3 μ, in der Mitte 24 μ, vorn 49 μ, nach *Stilling* 73—112 μ. Die letzteren messen nach *Kutschin* bei *Petromyzon* 41—82, die feinsten Fasern dagegen 1 μ. Ich finde bei *Petro-*

Fig. 423. Rückenmark von *Petromyzon fluviatilis* quer. Natürliche Grösse 2,0 : 0,48. *v* Ventrale, *d* dorsale Seite, *f* Ausläufer einer *Freud*'schen Zelle, *m* *Müller*'sche Fasern.

Fig. 424. Hälfte des Rückenmarkes von *Myxine* quer. Natürliche Grösse 1,42 : 0,20 bis 0,22. *sv Sulcus ventralis*, *m Müller*'sche Fasern, *glf* Gliafasern, *cv* Ventralhorn der grauen Substanz mit vielen grossen und kleinen Nervenzellen.

myzon fluviatilis die Kolossalfasern 45—57 μ breit und zeigen dieselben, wenn gut erhalten und blass aussehend, ungemein deutlich feinste Achsenfibrillen. Die stärksten dieser Fasern finden sich bei *Petromyzon fluviatilis* in zwei Gruppen von etwa acht Fasern neben und an der ventralen Seite des Centralkanales doch so, dass je eine oder zwei Fasern dorsalwärts vom Kanale stehen. Der Seitenstrang enthält in seinem ventralen Abschnitte gewöhnlich zwei bis drei grössere solche Fasern und im dorsalen gewöhnlich eine ganz starke dicht am lateralen Theile der grauen Substanz und 5—6 weiter dorsalwärts, dagegen fehlen solche Elemente ganz und gar im dorsalen Strange, der in Folge dessen, an gefärbten Präparaten namentlich, einen eigenen Ton erhält und immer durch seine feine Punktirung sich unterscheidet. Ausser den Nervenfasern betheiligen sich bei dem Neunauge und bei *Myxine* an der Bildung der Stränge (der Name weisse Substanz ist eigentlich unpassend) noch folgende Elemente:

1. Gliazellen, von denen *Nansen* zuerst bei *Myxine* gute Beschreibungen und Abbildungen gegeben hat, die dann *Retzius* bestätigte und auch für *Petromyzon* als richtig nachwies. Die Gliazellen liegen alle in der grauen Substanz und senden ihre Fortsätze bald nur nach einer Seite, bald nach beiden Seiten (*Nansen* Fig. 103, 108, *Retzius* Fig. J) bis an die Hülle des Markes, so dass sie im letzteren Falle das ganze Mark durchqueren. Diese Ausläufer, die bei den medialsten Zellen in der ventralen Kommissur sich kreuzen (*Nansen* und *Retzius*) verästeln sich im Ganzen nicht häufig, bilden aber doch ein ungemein dichtes Flechtwerk um die Fasern der Stränge herum (*Nansen* Fig. 100). Bei *Petromyzon fluviatilis* und *marinus* finde ich ausser den genannten Gliazellen noch eine bedeutende Zahl solcher Elemente in den Strängen drin, die am zahlreichsten in den Seitensträngen im Anschlusse an die graue Substanz, dann in der Gegend des dorsalen Ependymseptum vorkommen, aber auch in den übrigen Gegenden und selbst in den oberflächlichsten Theilen nicht fehlen. Bei *Petromyzon Planeri* und *Myxine* vermisste ich dagegen diese Gliazellen der Stränge, die bis jetzt nur *Ahlborn* andeutungsweise gesehen zu haben scheint (pag. 247).

2. Fortsätze der Ependymzellen. Die den Centralkanal umgebenden Zellen senden, wie schon oben erwähnt, in das dorsale und ventrale Septum faserartige Fortsätze, welche die Oberfläche des Markes erreichen und von *Nansen* in seinen Fig. 93 und 95 von *Myxine* gut abgebildet wurden. Ausser den ventralen und dorsalen Ependymzellen senden auch die lateralen Ependymzellen Fasern ab, welche jedoch *Nansen* höchstens über einen Viertheil der Breite des Markes innerhalb der grauen Substanz zu verfolgen vermochte (Fig. 93, 94, 95, 102, 103). Bei *Petromyzon* hat schon *Reissner* die zwei Septa von Ependymfasern gesehen, meldet jedoch nichts von seitlichen Ausläufern der Ependymzellen. Ich finde bei *Petromyzon fluviatilis* und *marinus* das Ependym mehrschichtig, hatte aber noch keine Gelegenheit, an versilberten Präparaten die lateralen Ependymfasern zu untersuchen, von welchen bis jetzt nur eine Abbildung von *v. Lenhossek* vorliegt (Nr. VIII Fig. 15), der im Ganzen 7 Ependymfasern zeichnet, von denen zwei unverästelt die lateralen Ecken des Markes erreichten, eine andere mit Verästelungen an der Dorsalseite unweit des Randes endete.

3. Verästelungen der Protoplasmafortsätze der Nervenzellen. Auch diese Ausläufer wurden von *Nansen* bei *Myxine* entdeckt, bei welchem Geschöpfe dieselben äusserst zahlreich sind, bei allen Nervenzellen vorkommen und mit vielen ihrer Aeste die Oberfläche des Markes erreichen, wo sie mit kleinen Verdickungen enden, Beobachtungen, die auch *Retzius* (Taf. XV Fig. 2 und 3 und Fig. *J*) bestätigt. In manchen Fällen sendet eine und dieselbe Zelle ihre Dendriten die eine Gruppe nach der dorsalen, die andere nach der ventralen Oberfläche des Markes (*Nansen*, Fig. 93, 95, 105, 106). Bei *Petromyzon* hat *Retzius* einen ähnlichen Verlauf der Dendriten gefunden wie bei *Myxine* (S. 53).

4. Zu den Bestandtheilen der Stränge gehören auch da und dort Nervenzellen, wie *Reissner* meldet und in seiner Fig. 1 darstellt, die vor allem am lateralen Rande und in der Verlängerung der grauen Substanz sich finden.

Den Verlauf und Zusammenhang der nervösen Elemente im Marke der Cyclostomen betreffend, so verdanken wir das Meiste den Untersuchungen von *Nansen* und *Retzius*. *Nansen* entdeckte in den Spinalganglien bipolare und unipolare Zellen, bei welchen letzteren der Fortsatz in T-Form in einen centralen und peripheren Schenkel sich theilte, ferner fand er gabelförmige Theilungen der sensiblen Wurzeln beim Eintritte in das Mark und das Vorkommen von Collateralen an den longitudinalen Strangfasern, an denen auch feinere Verästelungen auf derselben und nach dem Verlaufe durch die Kommissuren auf der anderen Seite des Markes beobachtet wurden (Fig. 107, 111, 112), Verhältnisse, die grösstentheils von *Retzius* bestätigt wurden, der auch in den Ganglien Uebergänge von bipolaren und unipolaren Zellen nachwies (Biol. Unt. I), die *Freud* schon vorher bei *Petromyzon* gefunden hatte. In Betreff der Nervenzellen ergiebt sich bei *Petromyzon*, wo dieselben ihrer Grösse halber besser zugängig sind, als bei *Myxine*, folgendes. Grosse Zellen finden sich an zwei Stellen, als mediale dorsale Zellen und als laterale. Die medialen dorsalen Zellen liegen in der Nähe des Centralkanales an der dorsalen Grenze der grauen Substanz und finden sich grösser und kleiner in geringer Zahl, meist nur Eine in einem Querschnitte. An Längsschnitten ergiebt sich (*Freud*), dass auf den Bereich einer sensiblen Wurzel jederseits ungefähr 7—13 von diesen dorsalen medialen Zellen kommen. Diese Zellen nun, die mit ihrer Längsachse meist der Achse des Markes parallel verlaufen und meist bipolar, seltener tripolar erscheinen, sind dadurch berühmt geworden, dass dieselben nach den Untersuchungen von *Freud* ihren nervösen Fortsatz in die sensiblen Wurzeln senden (l. c. Fig. 1 und 2), womit zum ersten Male ein Ursprung von sensiblen Wurzelfasern im Rückenmarke nachgewiesen war. Doch ist nach *Freud* nicht daran zu denken, dass die Mehrzahl der sensiblen Fasern von diesen Zellen entspringt, da die sensiblen Wurzeln viel mehr Fasern enthalten, als mediale dorsale Zellen vorhanden sind. Schon vor *Freud* hatten *Langerhans* und *Reissner* (Fig. 6) solche Ursprünge vermuthet und *Kutschin* noch bestimmtere Angaben und bildliche Darstellungen vorgelegt (l. c. Fig. 1, 2, 5), doch gebührt unstreitig *Freud* das Verdienst, diese Angelegenheit festgestellt zu haben. Doch gelang es auch ihm nicht, nachzuweisen, was aus dem einen oder doppelten Fortsatze wird, den die betreffenden Zellen ausser der Wurzelfaser noch besitzen.

Ob bei *Myxine* solche sensible Ursprungszellen im Marke vorkommen, wie *Ransom* und *Thompson* gesehen haben wollen, ist zweifelhaft. *Nansen* behauptet, dass alle sensiblen Wurzelfasern aus den Spinalganglien stammen und beim Eintritte in das Mark sich theilen und dass Ursprünge solcher im Marke nicht vorkommen. Auch *Retzius* fand an seinen mit Methylenblau gefärbten Objekten alle sensiblen Wurzelfasern beim Eintritte in das Mark getheilt (Taf. XV Fig. 2, 3, 4) und ich bemerke, dass es mir bei *Myxine* nicht gelang, jene medialen dorsalen Zellen von *Freud* zu finden, die bei *Petromyzon* so deutlich sind (Fig. 423). *Retzius* dagegen zeichnet gerade in dieser Gegend mittelgrosse, drei und vierstrahlige Zellen, deren nervösen Fortsatz er jedoch in die Längsfasern der Stränge übergehen lässt (Taf. XV Fig. 2).

Die grossen lateralen Zellen von *Petromyzon fluviatilis* und *marinus* sitzen in den lateralen Ecken der grauen Substanz und sind multipolar. Von ihren Fortsätzen geht ein einfacher nervöser Fortsatz gegen die Ursprungsstelle der motorischen Wurzeln und wird, wie leicht zu sehen ist, zu einer motorischen Wurzelfaser (*Reissner, ich*). Die andern Fortsätze, die unstreitig alle Dendriten sind, sind bis jetzt bei dieser Gattung nur von *Retzius* verfolgt worden und verhalten sich wie bei *Myxine*. Bei *Myxine* sind diese lateralen Zellen z. Th. sehr gross (*Nansen* Fig. 98, *Retzius* Taf. XV Fig. 1, meine Fig. 424), z. Th. von mittlerem Durchmesser und multipolar (*Nansen*). Ursprünge motorischer Wurzelfasern von diesen Zellen sah *Nansen* (Fig. 106).

Ausser diesen beiden Zellengruppen findet sich bei *Petromyzon* noch eine dritte, welche die Gruppe der kleinen Zellen heissen kann. Dieselben nehmen die ganze Breite der grauen Substanz vom Centralkanale bis zu den grossen lateralen Zellen ein und sind meist bipolar und tripolar, z. Th. auch multipolar. Die Zellkörper stehen meist quer und die von denselben ausgehenden Fortsätze verlaufen theils quer an der dorsalen und ventralen Seite des Centralkanales auf die andere Seite und betheiligen sich wesentlich an der Bildung einer *Commissura ventralis* und *dorsalis*, z. Th. ziehen dieselben lateralwärts (s. *Kutschin*, Figg. 6, 7). An der *Commissura ventralis* betheiligen sich übrigens auch Ausläufer der grossen lateralen Zellen (*Kutschin*, Fig. 1, *Reissner*, Figg. 1, 2, 3). *Myxine* zeigt dieselben Zellen in gleicher Form in grosser Anzahl und zeichnen *Nansen* und *Retzius* an denselben theils oberflächliche, theils tiefe Dendritenbüschel und die Mitte kreuzende Fasern, z. Th. mit gabeligen Theilungen.

Nervenzellen von *Golgi*'s II. Typus, die *Nansen* bei *Myxine* in Menge gefunden haben will, bezweifelt *Retzius* oder hält dieselben wenigstens nicht für hinreichend sicher festgestellt.

Zum Schlusse sei nun noch bemerkt, dass alles bisher bei *Myxine* und *Petromyzon* Beobachtete nicht genügt, um sich ein Bild über die Leitungsverhältnisse und physiologischen Leistungen des Markes dieser Geschöpfe zu machen. Am räthselhaftesten sind wohl die kolossalen Nervenfasern. Obwohl dieselben sehr an diejenigen von *Amphioxus* erinnern, so weichen sie doch dadurch ab, dass, so viel man bis jetzt weiss, ihre Ursprünge bei *Petromyzon* in der *Medulla oblongata* gelegen sind (*Langerhans, Ahlborn*). Der letzte Autor unterscheidet 1. laterale ungekreuzte, 2. mediale gekreuzte und 3. mediale ungekreuzte Fasern. Die lateralen Fasern hängen mit Zellen des unteren Acusti-

cuskernes zusammen, die nach der andern Seite eine Faser der unteren Acusticuswurzel entsenden. Eben so verhalten sich die medialen gekreuzten Kolossalfasern, nur dass dieselben mit der oberen Acusticuswurzel sich verbinden. Diese eigenthümliche Verbindung mit dem *Acusticus*, von der *Langerhans* schon Andeutungen gesehen hat (Taf. X, Fig. *u*), fehlt nach *Ahlborn* wahrscheinlich bei den medialen ungekreuzten *Müller*'schen Fasern, die mit ganz kolossalen Ganglienzellen (von 0,1 mm Durchmesser mit Kernen von 20 μ, *Langerhans*) zusammenhängen. Diesem zufolge gehört wenigstens ein Theil der *Müller*'schen Fasern dem *Acusticus* an und stellt eine absteigende (aufsteigende) Wurzel dieses Nerven dar, deren Endigungen im Marke zu suchen wären. In Betreff dieser Enden ist jedoch vorläufig nur so viel bekannt, dass die *Müller*'schen Fasern gegen das Ende des Markes sich verfeinern und schliesslich den andern Strangfasern im Durchmesser gleich werden. Dagegen sind weder letzte Enden, noch Collateralen an denselben bis jetzt gefunden worden. Somit bleibt die Funktion der betreffenden Acusticusfasern in tiefes Dunkel gehüllt und ebenso diejenige der mittleren ungekreuzten Fasern, die wahrscheinlich zu centrifugal wirkenden Elementen gehören.

Ebenso eigenthümliche Verhältnisse wie die *Müller*'schen Fasern bieten die sensiblen Wurzeln von *Petromyzon* dar, indem dieselben den Uebergang von *Amphioxus* zu den typischen Verhältnissen zu vermitteln scheinen. Bei *Amphioxus* fehlen Spinalganglien und entspringen die sensiblen Wurzeln von gewissen dorsal gelegenen Zellen des Markes, die wir mit den embryonalen Bildungszellen der Spinalganglien, d. h. denen der Nervenleiste, verglichen haben. Bei *Petromyzon* nun sind zwar Spinalganglien da, und entspringen auch die Mehrzahl der sensiblen Wurzelfasern von denselben, eine andere Zahl dagegen hat noch ihre primitive Stelle im Marke bewahrt und das sind die von *Freud* gefundenen dorsalen medialen Zellen. Ganz in derselben Weise fasst auch *Freud* diese Verhältnisse auf (Nr. II, S. 59—62) und verstärkt diese Auffassung durch besondere Beobachtungen. Einmal fand derselbe, wenn auch selten, den sensiblen Dorsalzellen des Markes ganz gleiche Zellen in der queren Verlaufsstrecke der sensiblen Wurzel (l. c. Taf. III, Figg. 1 und 2 *gh 2*) vor ihrem Eintritte in das Mark. Diese Zellen sind bipolar und liegen z. Th. in Kapseln, wie die Zellen der Spinalganglien. Viel häufiger sah er zweitens in der oberflächlichen Verlaufsstrecke dieser Wurzeln nach ihrem Durchtritte durch die Pia, theils dicht an dieser Stelle, theils weiter cerebral- oder caudalwärts von derselben entfernt, sensible Nervenzellen ebenfalls von Spindelform, Elemente, deren Vorkommen ich an Querschnitten bestätigen kann.

Diese Beobachtungen bringen mich nun noch auf die Frage vom Ursprunge von Elementen sensibler Wurzeln aus dem Rückenmarke vom Hühnchen (*v. Lenhossek*, *Ramón*), welche oben (S. 79) mit Wahrscheinlichkeit als centrifugal leitende bezeichnet und mit den von *Freud* beobachteten Elementen zusammengestellt wurden. Letztere Auffassung ist offenbar nicht richtig und nehme ich dieselbe hiermit zurück. Nach den bisherigen Erfahrungen kommen zweierlei Elemente in den sensiblen Wurzeln vor, die im Mark entspringen, und zwar: 1. sensible Fasern, bei *Amphioxus* alle und bei *Petromyzon* ein Theil, und 2. Fasern, die von Ventralhornzellen abstammen und wahrscheinlich centrifugal leiten beim Hühnchen. Pristiurus, den *v. Lenhossek* auch hierzu

rechnet auf Grund der Beobachtung durchtretender Wurzelfasern in dessen Ganglien (Anat. Anz. 1892, S. 528), wird doch wohl vorläufig als zweifelhaft anzusehen sein, um so mehr als die Spinalganglien bei *Petromyzon* möglicher Weise noch eine dritte Art von Elementen enthalten, über die bei *Freud* nachzusehen ist (Nr. II S. 65).

In Betreff der Beziehungen der sensiblen und motorischen Elemente im Marke der Cyclostomen zu einander und zum Gehirn ergeben die bisherigen Erfahrungen zu wenig, als dass es möglich wäre, auf dieselben einzugehen.

Litteratur. *Ahlborn* in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 39 S. 193 Taf. XIII—XVII; *Freud*, I. Ueber den Ursprung der hintern Nervenwurzeln bei *Ammocœtes Planeri*. Wien. Sitzungsber. 1877 Bd. 75, 1 Taf. II. Ueber Spinalganglien und Rückenmark von *Petromyzon*. Ebenda 1878, Bd. 78, 87 S. 4 Taf.; *Gaskell*, On the Origin of Vertebrates. Journ. of micr. Sc. 1890 Pl. 27 Fig. 19 (Mark von *Ammocœtes*); *Kutschin*, Ueber die mikroskop. Struktur des Rückenmarkes von *Petromyzon fluviatilis* in Gel. Nachrichten der Universität Kasan 1863 24 S. 2 Taf. (Russisch). Referat von *Stieda* in Petersburg. Mélanges biologiques Tom IV und in Arch. f. mikr. Anat. II 1886 S. 529; *Langerhans*, Unters. über *Petromyzon Planeri*. Freiburg 1873, 114 S. 10 Taf.; *Owsjannikow*, Disq. micr. de med. spin. textura. Dorpat 1854; *Reissner*, Beitr. z. Kenntn. d. Rückenmarkes von *Petromyzon fluviatilis* in *Müll.* Arch. 1860 p. 560, 2 Taf.; *Stilling*, Neue Unters. über den Bau des Rückenmarkes, 1859 Taf. 28; *Virchow*, Cellularpathologie, 4. Aufl. S. 314 Fig. 101 (Mark von *Petromyzon*). Ferner die bei *Amphioxus* citirten Arbeiten von *Nansen* und *Retzius*.

3. Teleostier, Plagiostomen, Ganoiden, Dipnoi.

Alle übrigen Fische stimmen mit einigen seltenen Ausnahmen im Baue des Markes so sehr mit einander überein, dass dieselben zusammen besprochen werden können, um so mehr als von den feinsten Strukturverhältnissen desselben so gut wie nichts bekannt ist. Wähle ich als Ausgangspunkt das durch *Stieda*'s Untersuchungen zuerst bekannt gewordene Rückenmark des Hechtes (Fig. 425) und das der Forelle (Fig. 426), so finden wir einen Typus, der im Allgemeinen ganz gut an das Mark der Säugethiere sich anschliessen lässt, indem wir ebenfalls eine centrale graue Substanz mit einem *Canalis centralis* und vier von derselben ausgehende graue Säulen oder Hörner und um das ganze herum einen Mantel weisser Substanz finden. Ferner ist auch eine ventrale Spalte und ein ventrales und dorsales Ependymseptum da, welche sogar auffallend gut ausgebildet sind. Doch mangeln auch Eigenthümlichkeiten nicht. Die ventralen Hörner stehen mehr quer und stellen zwei dickere Platten mit einer ventralen und dorsalen Fläche dar. In der Regel zeigen dieselben nur eine einzige Gruppe von meist grossen multipolaren Zellen untermengt mit kleineren Elementen, die ihren Sitz in den lateralen Theilen derselben hat und die Gruppe der lateralen Zellen der Ventralhörner darstellt. Andere Zellen, die medialen Nervenzellen, meist von geringerer Grösse, finden sich in der Nähe des Centralkanales bis in die Höhe des dorsalen Randes desselben. Die dorsalen Hörner sind sehr unentwickelt, schmal, näher beisammengelegen als bei höheren Geschöpfen und an Nervenzellen so arm, dass dieselben bei manchen Gattungen nach den bisherigen Angaben zu fehlen scheinen, was jedoch wohl kaum als richtig anzusehen ist. Wo solche gesehen wurden, ergaben sich dieselben als klein und unscheinbar

und ist bis jetzt nur Ein Fall bekannt, bei der Forelle nach *Rohon*, in welchem in diesem Horne von Stelle zu Stelle immer nur je Eine grössere multipolare Zelle sich fand (s. S. 172).

In der grauen Substanz ist immer eine dorsale Kommissur vorhanden, die meist den Eindruck sich kreuzender Fasern macht und ausserdem ist charakteristisch, dass diese Substanz nirgends und vor allem in ihrer dorsalen Hälfte nicht, scharf gegen die weisse Substanz sich abgrenzt, vielmehr hier in verstärktem Massstabe denselben Eindruck macht, wie die sogenannten *Processus reticulares* im Marke der Säuger. Die mehr oder weniger in die graue Substanz

Fig. 425.

eingelagerten weissen Längsbündel werden von zarteren oder stärkeren grauen Balken und Blättern umschlossen und begrenzt, die gewöhnlich auch noch zur grauen Substanz gezählt werden, obwohl dieselben einem guten Theile nach unmittelbar in das Scheidewand- und Balkensystem der weissen Substanz übergehen, welches wesentlich aus Neuroglia besteht. An solcher ist auch die graue Substanz, besonders der Dorsalhörner und der Umgegend des Centralkanales, reich und hat man selbst schon einen Theil der ersteren als *Substantia gelatinosa* zu bezeichnen versucht (*Goronowitsch*), was wohl insofern als gewagt angesehen

Fig. 425. Rückenmark des Hechtes, Karmin. Breite des Markes 3,23 mm, *Diam. dorso-ventralis* 2,42 mm. *m Mauthner*'sche Fasern, *Cacc Commissura accessoria.*

werden muss, als auch bei höheren Geschöpfen eine genaue Charakterisirung dieser Substanz aufzustellen bis jetzt nicht gelungen ist.

Einen wesentlichen, viel verkannten Bestandtheil der grauen Substanz der Fische bilden *dunkelrandige Nervenfasern*. Schon vor vielen Jahren war ich genöthigt (l. i. c.), diesen Bestandtheil gegenüber den ersten Angaben von *Owsjannikow* zu betonen und jetzt befinde ich mich annähernd wieder in derselben Lage. Die meisten Untersuchungen über das Fischrückenmark wurden an Karminpräparaten angestellt und an diesen ist es unmöglich, sich eine genügende Anschauung über diese Elemente zu verschaffen, so dass selbst der um die Kenntniss des Nervensystems hochverdiente *Stieda* zwar die Anwesenheit markhaltiger Fasern beschreibt, aber doch keine ganz ausreichende Kenntniss derselben erlangte. Wendet man dagegen *Weigert*'sche Färbungen oder Osmiumsäure oder die Untersuchung ganz frischer Theile an, so ergiebt sich auch bei diesen Geschöpfen ein bedeutender Reichthum der grauen Marksubstanz an solchen Elementen. Da bis jetzt noch Niemand eine *Weigert*'sche Färbung des Fischrückenmarks abgebildet hat, so verweise ich auf die Fig. 426 B, welche zeigt,

Fig. 426.

Fig. 426. Querschnitt des Markes einer Forelle. Die rechte Hälfte *B* nach einem Präparate mit *Weigert*'scher Färbung, die linke Hälfte *A* nach einem Karminpräparate. In beiden sind in den Ventralsträngen die *Commissura accessoria* und die *Mauthner*'schen Fasern *m* sichtbar. Breite des Markes 2,33 mm, Diameter dorso-ventralis 1,76 mm.

dass die graue Substanz in allen Gegenden feine markhaltige Nervenfasern enthält, die namentlich in den Ventralhörnern um die Nervenzellen herum zahlreich sind, ausserdem aber auch eine gut entwickelte dorsale Kommissur bilden. Da viele dieser Fäserchen aus den Strängen in die graue Substanz eintreten, so darf ein Theil derselben als Collateralen aufgefasst werden.

Die weisse Substanz besteht aus dunkelrandigen Fasern von verschiedenen Durchmessern und aus sehr entwickelten Gliaelementen. Die Nervenfasern verlaufen theils longitudinal, theils transversal. Die letzteren gehören theils den Wurzeln der Rückenmarksnerven an, theils besonderen Elementen. Unter diesen sind zu erwähnen 1. viele in allen Strängen horizontal verlaufende feine Elemente, die aus denselben allerwärts in die graue Substanz eintreten und die oben schon erwähnten Collateralen darstellen, 2. die Elemente einer *Commissura ventralis*, die an der ventralen Seite des *Canalis centralis* dicht an den Ventralsträngen von einer Seite zur anderen verlaufen, 3. eine *Commissura accessoria*, *Mauthner* oder *Comm. transversa*, *Stieda*, welche quer durch die ventralen Stränge verlaufend, die ventralen Hörner miteinander verbindet. Was diese Kommissur anlangt, so fehlt dieselbe bei *Protopterus (Burckhardt, ich)*, *Acipenser (Goronowitsch)*, *Carcharias (Stieda)*, *Orthagoriscus* und *Tetrodon (Vial, B. Haller)* und bei *Calamoichthys*, *Ceratodus*, *Amia*, *Scaphyrhynchus (ich)*, findet sich dagegen bei allen untersuchten Knochenfischen, *Esox*, *Perca*, *Leuciscus*, *Anguilla*, *Silurus*, *Gadus (Stieda)*, *Mugil cephalus (Sanders)*, *Clupea*, *Salmo*, *Cyprinus*, *Mormyrus*, *Malapterurus*, *Gymnotus (ich)*, ferner bei *Torpedo (Stieda)*, wogegen *Reichenheim* sie bei dieser Gattung leugnet, was vielleicht daher rührt, dass diese Kommissur, wie *Stieda* meldet (Nr. I Fig. 11 und 14), keine kontinuirliche ist, dann bei *Raja*, wo nach *Stieda* eine Uebergangsform sich findet (Nr. II Fig. 3), ausserdem bei *Myliobates* (*Rohon*), bei *Trygon* und *Scyllium canicula* (*Viault*). Die *Commissura accessoria* besteht aus markhaltigen Nervenfasern und steht in bestimmten Beziehungen zu den motorischen Wurzeln. Diese theilen sich nämlich nach *Stieda* in drei Bündel, ein Kommissurenbündel, das in die genannte Kommissur sich fortsetzt, ein laterales, das in die laterale Zellengruppe eintritt und ein centrales Bündel, das direkt dorsalwärts in das ventrale Horn eintritt (*Stieda* Nr. I Fig. 6). *Stieda* nimmt ferner an, dass das Kommissurenbündel Wurzelfasern aus dem ventralen Horne der andern Seite führe, jede Wurzel somit einen direkten und einen gekreuzten Ursprung besitze, ein Punkt, der doch wohl weiterer Untersuchungen bedarf. Ich möchte eher glauben, dass die Fasern dieser Kommissur von Strangzellen abstammen, die ihre Fortsätze gekreuzt in den ventralen und den Seitenstrang der andern Seite senden, welche Fasern wenigstens andeutungsweise vor kurzem von *v. Lenhossek* bei *Pristiurus* gesehen wurden (Fig. 1, 5—8 und 9—14). *v. Lenhossek* hat freilich diese Fasern nicht in der *Commissura accessoria* beobachtet, da er nur Embryonen untersuchte, wenn man jedoch berücksichtigt, dass die von ihm abgebildeten Kreuzungsfasern alle in der Mitte zwischen dem Centralkanale und der ventralen Oberfläche des Ventralstranges lagen, so wird man doch mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen dürfen, dass erwachsene *Pristiurus* in dieser Gegend eine *Commissura accessoria* besitzen.

Die longitudinalen Elemente des Markes der Fische zeigen vor allem in den Ventralsträngen auffallendes. Hier liegen einmal die dicksten Nervenfasern und zwar so vertheilt, dass die allerstärksten von 20—26 μ in der dorsalen Hälfte derselben und somit wo eine *Commissura accessoria* da ist, zwischen derselben und der grauen Substanz ihre Lage haben. Ausserdem finden sich in diesem Felde noch die zwei eigenthümlichen, von *Mauthner* entdeckten kolossalen Nervenfasern, die nach ihm benannt werden, von denen gleich weiter die Rede sein soll. In den Seitensträngen sind grobe, mittelfeine und feine Fasern gemischt, so dass im Allgemeinen die feinsten Elemente mehr die oberflächlichen Theile einnehmen, doch ist bemerkenswerth, dass bei manchen Fischen (Forelle, Barsch, Barbe, Hecht) der dorsale Theil dieser Stränge vorwiegend gröbere Elemente zeigt. In den Dorsalsträngen kommen sozusagen nur feinste Elemente vor.

Was nun die *Mauthner*'schen Fasern anlangt (Fig. 425 *m*), so finden sich dieselben bei vielen Teleostiern mit Ausnahme von *Orthagoriscus* und *Tetrodon*, ferner kommen dieselben vor bei *Acipenser* (*Goronowitsch*) und *Protopterus (Burckhardt, ich)*, bei *Polypterus, Amia, Calamoichthys, Scaphyrhynchus, Ceratodus (ich)*, fehlen dagegen den Plagiostomen und bei *Mormyrus, Malapterurus, Gymnotus (Fritsch, ich)*. Ihr Durchmesser beträgt bei den Teleostiern 50—60 μ *(Stieda)*, beim Hecht 96 μ *(Mauthner)*, 90—110 μ *(ich)*, bei *Protopterus* nach meinen Messungen die Fasern selbst 40—60 μ und der sie umschliessende Hohlraum 90—114 μ. Diese Fasern scheinen den *Müller*'schen Fasern der Cyclostomen und von *Amphioxus* dem Baue nach gleichwerthig zu sein, ob auch dem Ursprunge und der physiologischen Bedeutung nach ist zweifelhaft. Was über dieselben in dieser Hinsicht bekannt ist, ist folgendes:

Deiters (S. 190) und *Stieda* (1868 S. 34) entdeckten zuerst, dass die *Müller*'schen Fasern in der *Medulla oblongata* sich kreuzen. Nach *Stieda* rücken die Fasern hirnwärts einander immer näher, und kommen schliesslich dicht an den Centralkanal zu liegen; am Boden des vierten Ventrikels angelangt, kreuzen sich dann dieselben, biegen fast unter rechtem Winkel lateralwärts um, und schliessen sich der aufsteigenden Trigeminuswurzel an. Was weiter aus ihnen wird, vermochte *Stieda* nicht zu ermitteln, ebenso wenig gelang es ihm das caudale Ende der Fasern zu verfolgen und war nur so viel zu sehen, dass Fasern caudalwärts immer feiner wurden und schliesslich unter den anderen Nervenfasern sich verloren.

Von Neueren hat *Goronowitsch* bei *Acipenser* die *Mauthner*'schen Fasern am genauesten verfolgt. In der Gegend des Austrittes des *Glossopharyngeus* und *Vagus* steigen die *Mauthner*'schen Fasern dorsalwärts und liegen unter dem Boden der Rautengrube an der dorso-lateralen Seite der dorsalen Längsbündel. Von hier gelangen sie an die mediale Seite derselben dicht an die Raphe, kreuzen sich in der Gegend des Austrittes des *Acusticus* und verlaufen dann bogenförmig zum Ventralhorne wo sie in sehr grosssen Zellen endigen. Die Fortsätze dieser terminalen Zellen sind z. Th. nach den ventralen und lateralen Theilen der weissen Substanz gerichtet. Ein sehr dicker Fortsatz steigt dagegen konstant dorsalwärts empor, lässt sich bis zu den austretenden Bündeln

des *Acusticus* verfolgen und ist *Goronowitsch* geneigt, denselben in diesen Nerven übergehen zu lassen.

Diesen Beobachtungen von *Goronowitsch* gingen ältere von *Mayser* und *Fulliquet* voraus, die auch Beziehungen der *Mauthner*'schen Fasern zum *Acusticus* betonen. *Mayser* hat bei der Barbe diese Fasern nach ihrer Kreuzung zu einem Gebilde verfolgt (Fig. 16), das offenbar eine grosse Nervenzelle darstellt und von diesem nun ging ein starker Fortsatz in die absteigende Acusticuswurzel, d. h. in den austretenden Theil derselben, wenn ich *Mayser* recht verstehe, über. Was dieser Autor sonst noch über diese Verhältnisse Sonderbares mittheilt, ist ohne Nachprüfung und genauere Feststellung nicht verwerthbar. *Fulliquet* hat in Einer Beziehung ganz bestimmte Angaben, indem er bei *Protopterus* jede *Mauthner*'sche Faser nach geschehener Kreuzung für sich allein die 6. Wurzel des *Acusticus* bilden lässt (pg. 62). Hierbei ist dieselbe ohne Verbindung mit einer Nervenzelle, und verhält sich beim Uebergange in die Acusticuswurzel so, dass sie in mehrere Fibrillenbündel zerfällt, die sich verbreiternd und wiederholt theilend schliesslich ein Büschel zahlreicher Fibrillen bilden und so aus dem Marke austreten (Fig. 10 VIII 6). Ganz anders lauten die Angaben von *Burckhardt*, der (pg. 13) einfach erwähnt, „dass im Gebiete des Eintrittes des stärksten Astes des Acusticus (VIII 2. Fig. 13) jene bekannte grosse Zelle liege, deren Achsencylinder die *Mauthner*'sche Faser sei.“ Doch fügt *Burckhardt* bei, dass er über ihre Beziehungen zum *Acusticus* nichts Neues beizubringen vermöge. Da nun *Burckhardt* die fragliche Zelle nicht abbildet, auch sonst nichts über dieselbe (Grösse, Lage, Kern) angiebt, so bleibt zweifelhaft, ob er eine solche Zelle wirklich gesehen hat oder gestützt auf die Untersuchungen von *Mayser, Ahlborn, Stieda, Rohde* bei *Amphioxus, Petromyzon* und *Barbus* dieselbe nur hypothetisch annimmt. In Betreff der *Mauthner*'schen Fasern ist nun noch ein Punkt zu erwähnen. Ich betonte schon oben bei den Cyclostomen und *Amphioxus* dass diese Kolossalfasern nur dann physiologisch verwerthbar wären, wenn sie in ihrem ganzen Verlaufe Collateralen entsendeten und solche sind nun möglicher Weise bei *Acipenser* und *Protopterus* vorhanden. *Goronowitsch* fand an Längsschnitten des Markes von *Acipenser* (p. 499), dass sehr feine Fäserchen von der Oberfläche des Achsencylinders der *Mauthner*'schen Faser sich abspalten, Gebilde die sowohl proximal als distal gerichtet sind, in Karmin sich färben, und nicht streng cylindrisch, sondern theilweise bandförmig erscheinen. In seltenen Fällen sah *Goronowitsch*, dass diese Fäserchen, die sich nie in echte Nervenfasern umwandeln, aus der Markhülle der *Mauthner*'schen Faser austraten. Und *Burckhardt* meldet (S. 11), dass der Achsencylinder der *Mauthner*'schen Fasern von *Protopterus* eine deutlich fibrilläre Struktur zeige und auf Längsschnitten die Abzweigung einzelner Fibrillen erkennen lasse. Diese Beobachtungen zusammen gehalten mit dem, was über die Kolossalfasern der Polychaeten bekannt ist (S. oben S. 159), machen es doch wahrscheinlich, dass die Kolossalfasern überall Seitenästchen entsenden und so ausser an ihren Enden, auch in ihrem Verlaufe Wirkungen auf benachbarte Nervenzellen ausüben, ähnlich den Strangfasern der höhern Thiere mit ihren Collateralen.

Mit Rücksicht auf den Bau der *Mauthner*'schen Fasern habe ich nun

noch zu erwähnen, dass dieselben an meinen Spiritusexemplaren von *Protopterus* in etwas anderer Weise sich darstellten, als bei den gewöhnlichen Knochenfischen, bei denen die Achsencylinder derselben einfach eine gleichmässige feine Punktirung durch Achsenfibrillen zeigen. Bei *Protopterus* nämlich erschienen die Achsencylinder der genannten Fasern so eigentümlich grob punktirt, wie wenn sie von einem ganzen Bündel von marklosen Achsencylindern gebildet würden (Fig. 427). Die *Mauthner*'schen Fasern selbst massen 40—60 μ, stacken jede in einem Hohlraume von 95—114 μ und waren noch von einer Art Scheide locker umgeben, deren Natur mir nicht klar wurde. Dieselbe sah am meisten der Neuroglia ähnlich, und waren auch oft faserähnliche Bildungen an derselben zu erkennen. Von einer Zusammensetzung aus concentrischen Bildungen, wie die Markhülle der *Mauthner*'schen Fasern der Knochenfische an Präparaten sie zeigt, war dagegen hier gar nichts zu sehen, doch muss ich bemerken, dass auch die anderen Nervenfasern keine solchen Ringe erkennen liessen. Was nun die Zusammensetzung der *Mauthner*'schen Fasern selbst betrifft, so bestanden dieselben aus kleinen und gröberen Fäserchen von 0,5—1—1,5 μ, welche meist rundlicheckig erschienen, dichtgedrängt beisammen lagen, und nicht selten noch wie eine Zusammensetzung aus noch feineren Fibrillen erkennen liessen. In einzelnen *Mauthner*schen Fasern fanden sich auch etwas stärkere Elemente bis zu 3 und 4 μ von homogenem Aussehen, Achsencylindern von gewöhnlichen Nerven ähnlich. Längs- und Querschnitte durch das Mark boten keine weitere Aufklärung über die Bedeutung dieser eigenthümlichen Elemente der *Mauthner*schen Fasern und fand ich weder Seitenäste derselben, noch eine Auflösung der Fasern in feinere Fibrillen, vielmehr wurden die Fasern in der Schwanzgegend je länger um so feiner, bis sie am Ende nur noch aus einem stärkeren Achsencylinder und einigen feineren Fäserchen, schliesslich nur noch aus ersterem allein bestanden. Das ganze Verhalten machte den Eindruck, wie wenn die Fasern immer schmäler und einfacher zusammengesetzt würden.

Fig. 427.

Fig. 427. Gegend der *Mauthner*'schen Fasern des Rückenmarkes von *Protopterus*, stark vergrössert. *cc* Centralkanal, *uz* grosse ventrale Zellen, *g* Gefässe, unter diesen die zwei grossen *Mauthner*'schen Fasern.

Ein während des Druckes dieser Zeilen aus England erhaltener lebender *Protopterus* zeigte an nach *Golgi* behandelten Präparaten, dass die *Mauthner*'schen Fasern auch dieser Geschöpfe, ebenso wie die andern Fasern des Markes, eine echte Scheide von Nervenmark und einen gewöhnlichen Achsencylinder enthalten (Fig. 429) und wird daher wohl die in Fig. 427 dargestellte eigenthümliche Zusammensetzung der letzteren nicht als ganz natürlich anzusehen sein. Um so auffallender ist die oben erwähnte Angabe von *Fulliquet*, der zufolge die *Mauthner*'schen Fasern von *Protopterus* bei ihrem Uebertritte in die betreffende Acusticuswurzel in feinere Fäserchen zerfallen.

Hier ist nun der Ort, noch einer Hypothese von *Fritsch* über die Bedeutung der *Mauthner*'schen und *Müller*'schen Fasern zu gedenken.

Derselbe vermuthet, „dass die Anordnung und der Verlauf dieser gegen das Körperende zu durch Abzweigungen allmählich schwächer werdenden motorischen Fasernlehre, dass dieselben mit der Innervation der seitlichen Schwanzmuskulatur betraut sein dürften, um die Koordination derselben für die regelmässige energische Seitenbewegung zu einer besonders innigen zu machen“ (Gymnotus S. 342). Diese Vermuthung ist für alle Kolossalfasern, die Beziehungen zum *Acusticus* haben, sicherlich nicht aufrecht zu halten und zwar für diejenigen von *Petromyzon, Acipenser, Protopterus* und *Barbus* (s. oben) und müssen bei diesen Fischen die genannten Fasern als centripetal leitende aufgefasst werden. Dürfte man annehmen, dass in diesen Fällen der *Nervus vestibuli* die *Mauthner*'schen Fasern entsendet, der offenbar die Bestimmung hat, die Lagenverhältnisse des Körpers anzuzeigen, so wäre es wohl denkbar, dass dieselben auf die Ursprungszellen der Nervenfasern der Schwanzmuskulatur einwirkten und so die Gleichgewichtsstellung des Körpers vermittelten und eine regelmässige Lokomotion ermöglichten. Diese meine Auffassung giebt wenigstens einen Fingerzeig dafür ab, nach welcher Seite die genannten eigenthümlichen Elemente mit einiger Aussicht auf Erfolg weiter zu prüfen sein werden.

Die Neuroglia des Markes der Teleostier besteht wesentlich aus Ependymfasern, welche je ein ungemein deutliches ventrales und dorsales mediales Septum bilden und ausserdem einen sehr grossen Antheil an der Bildung der grauen Substanz nehmen, die sie mit einem dichten feinsten Filze durchziehen.

Ich erwähne noch einige sehr auffällige Beobachtungen, welche an dem Rückenmarke von Fischembryonen gemacht wurden. Im Jahre 1884 beschrieb *V. Rohon* in den Ber. der bayer. Akademie Heft 1 grosse multipolare Nervenzellen, welche bei jungen Forellen noch vor dem Ausschlüpfen und vor allen andern Nervenzellen an der Oberfläche der dorsalen Markfläche in zwei Reihen auftreten, und von denen er annimmt, dass sie Beziehungen zu den sensiblen Wurzeln derselben und der entgegengesetzten Seite besitzen. *Rohon* vergleicht diese Zellen der Forellenembryonen mit den von *Reissner* entdeckten medialen dorsalen grossen Zellen von *Petromyzon*, von denen *Freud* direkte Beziehungen zu den sensiblen Wurzeln nachgewiesen hat, doch lässt er solche Wurzelfasern auch aus kleineren Zellen entspringen. Ferner nimmt *Rohon* an, dass die *Reissner-Freud*'schen Zellen auch bei erwachsenen Forellen an der dorsalen Grenze des dorsalen Hornes in einfacher Reihe sich finden (Fig. 3 a). In Betreff dieser *Rohon*'schen Zellen schreibt mir *Kupffer* am 25. März 1893: „Diese Zellen, die *Beard* von Neuem bei *Lepidosteus* und *Raja* entdeckt hat, sind wohl nicht bleibender Natur. Bei *Acipenser* finde ich sie im Embryo, bei der Larve verschwinden sie und am Ende der Larvenperiode, vier Wochen nach dem Ausschlüpfen, habe ich nur noch einzelne grosse Kerne auffinden können, die vielleicht dazu gehören. Es sind höchstwahrscheinlich ancestrale Elemente, die auf *Amphioxus* zurückleiten. Das Präparat, nach welchem *Rohon* die Figur von der erwachsenen Forelle gegeben hat, habe ich seiner Zeit genau

angesehen und ist die Zelle *Rohon*'s durchaus korrekt wiedergegeben, aber es ist doch fraglich, ob dieselbe ein persistirendes Element jener embryonalen Zellen ist. Ich habe seitdem manche Erfahrung gemacht, die den totalen Schwund gut ausgeprägter Gebilde des embryonalen Nervensystems darthut.“ Seitdem habe ich selbst Gelegenheit gehabt, an den Präparaten von *Kupffer* die *Rohon*'schen Zellen sowohl bei der embryonalen Forelle, als bei *Acipenser*larven zu sehen und kann wenigstens das Vorkommen dieser auffallenden Gebilde bestätigen. Dieselben erinnern an die dorsalen Zellen am Gehirn von *Amphioxus* und noch mehr an die von *Fritsch* bei *Lophius* beschriebenen, dem verlängerten Marke massenhaft aufliegenden grossen Nervenzellen.

Was nun *Beard* betrifft, so meldet derselbe von *Lepidosteus*- und *Raja*embryonen, so Eigenthümliches (Anat. Anzeiger 1892 Nr. 7 u. 8), dass ich mich nicht entschliessen kann, näher darauf einzugehen. Derselbe bestätigt das Vorkommen der *Rohon*'schen Zellen, hält dieselben aber für motorische und lässt sie mit Ausläufern die dorsalen Theile der Myotomen versorgen. Ausser diesen Zellen, die später zu verschwinden scheinen, findet sich vielleicht noch ein zweites System solcher Zellen von möglicherweise sensibler Natur.

Aus diesen Beobachtungen von *Rohon*, *Kupffer* und *Beard* geht jedenfalls soviel hervor, dass bei Fischen sehr eigenthümliche embryonale, später schwindende oder wesentlich sich ändernde Bildungen vorkommen, die in hohem Maasse eine weitere Verfolgung verdienen. Gewisse räthselhafte Bildungen, wie die *Burkhardt*'schen Zellen bei *Protopterus* (s. unten), die oberflächlichen Nervenzellen von *Siren* und ein Theil der Kolossalfasern gehören möglicherweise auch in diese Kategorie.

Ich beschreibe nun noch in Kürze einige abweichende Formen:

a) *Protopterus annectens.*

Von dem Rückenmarke dieses Fisches besitzen wir zwei Beschreibungen und Abbildungen von *Fulliquet* (pag. 16, 41, Figg. 1, 2, 3) und *Burckhardt* (pag. 9—11, Figg. 29—35); ich finde jedoch die Abbildungen keines dieser Autoren ganz entsprechend und verweise auf meine Figur 428, die mich jeder speziellen Beschreibung der gröberen Verhältnisse überhebt. Die feinere Struktur anlangend, so besteht die weisse Substanz, abgesehen von den *Mauthner*schen Fasern, von denen schon die Rede war, aus dunkelrandigen Nervenfasern. Dieselben sind in den Ventralsträngen am stärksten, feiner in den Seitensträngen, doch kommen auch in diesen, besonders in der Tiefe und gegen die Dorsalstränge zu, gröbere Fasern vor, wogegen die Dorsalstränge aus gleichmässig feinen Fasern bestehen. Innerhalb der weissen Substanz machen sich die sensiblen Wurzeln bemerklicher als die motorischen. Dieselben treten in einem nach der medialen Seite zu leicht konvexen Bogen in der Richtung auf die kompakte Masse der grauen Substanz ein, verlieren sich jedoch z. Th. bevor sie dieselbe erreicht haben, z. Th. scheinen sie an Zellen derselben zu enden. Die motorischen Wurzeln liessen sich nur eine Strecke weit verfolgen. Ob dieselben, wie beim Axolotl nach *Stieda* (Fig. 1), an der medialen Seite der *Mauthner*'schen Fasern gegen die graue Substanz ziehen oder lateralwärts von denselben, war nie sicher zu sehen, doch sprechen manche Bilder für eine Spaltung der Faserbündel in einen lateralen und einen medialen Abschnitt.

Ausser diesen Fasern wird die weisse Substanz noch von einer grossen Zahl von feineren und gröberen Strängen, Balken und Fasern durchzogen, deren Bedeutung eine verschiedene ist. Ein Theil derselben sind Ependymfasern, die ein sehr deutliches dorsales und ventrales medianes Septum bilden, aber auch in den übrigen Gegenden vorhanden zu sein scheinen, wenn man

wenigstens sich daraus einen Schluss erlauben darf, dass rings um den Centralkanal herum von seinen Epithelzellen aus feine Fäserchen durch die graue Substanz bis zu und in die Stränge zu verfolgen sind. Ferner sind zahlreiche Gefässe namhaft zu machen, von denen viele in den Ebenen der Querschnitte verlaufen, endlich zahlreiche Dendriten der Nervenzellen, die schon *Burckhardt* z. Th. von gewöhnlichen, z. Th. von versilberten Präparaten darstellte (Figg. 29, 30, 31), und die in der That an den Seitentheilen der grauen Substanz leicht wahrzunehmen und bis gegen die Oberfläche der weissen Substanz zu verfolgen sind (Fig. 429).

d

BZ

m v

Fig. 428.

Ausser diesen Theilen enthält die weisse Substanz noch eine gewisse Zahl von runden, granulirten Kernen, die nicht den Gefässen angehören und wahrscheinlich Kerne von Gliazellen sind. Am zahlreichsten und grössten finden sich diese Kerne in den oberflächlichsten Gegenden des Markes besonders der Dorsal- und Seitenstränge und zählen dieselben wahrscheinlich zu einer Rindenlage der Glia, die an manchen Querschnitten deutlich ist. Ausserdem enthält die weisse Substanz eigenthümliche Zellen, die ich ihrem Entdecker zu Ehren die *Burckhardt*'schen nenne.

Fig. 428. Querschnitt des Rückenmarkes von *Protopterus annectens*, vergrössert. Natürliche Grösse 0,96 : 0,90 mm. *v* Ventralstrang, *m* *Mauthner*'sche Fasern, *d* Dorsalstrang, *BZ* *Burckhardt*'sche Zelle.

Diese *Burckhardt*'schen Zellen (Fig. 428 *BZ*), die *Burckhardt* als Gliazellen aufzufassen geneigt ist, sind meiner Meinung nach schwer zu deuten. Dieselben stehen mit ihrer längeren Achse longitudinal und bilden zu beiden Seiten des Markes in einer Entfernung von 20—76 μ von der Oberfläche je eine Längsreihe, die jedoch nicht als ganz kontinuirlich zu denken ist. Der Kern dieser Zellen ist rundlich eiförmig, scharf begrenzt, 15—19 μ gross, mit hellem, manchmal feinkörnigem Plasma und einem sehr deutlichen kleinen Nucleolus. Der Zellenkörper erscheint auffallend durch sein ganz homogenes Aussehen und einen eigenthümlichen Glanz. Die Fortsätze sind zwei, drei und mehr, liessen sich jedoch an meinen Objekten nie so weit verfolgen, wie dies *Burckhardt* gelungen ist, und bemerke ich, dass an Längsschnitten diese Elemente meist bipolar erscheinen und 45—57 μ lang sind, während dieselben an Querschnitten 30—38 μ messen. Form, Grösse und die eigenthümliche Lagerung weisen die *Burckhardt*'schen Zellen eher zu den Nervenzellen, wogegen die Gleichartigkeit des Kernes und des Zellenkörpers sehr an die Gliazellen der Säuger erinnern und die Schwierigkeit, ihnen bestimmte Beziehungen zu den Nervenfasern anzuweisen, diese Auffassung unterstützt.

Fig. 429.

Von der grauen Substanz des Protopterus sei in erster Linie der 0,11 mm breite Centralkanal erwähnt, von welcher Zahl 30 μ auf den Hohlraum, der Rest auf die Wandungen kommt, die von einer einfachen oder scheinbar doppelten Lage länglicher Zellen gebildet werden, die meist an vier Stellen, zweien an der ventralen und zweien an der dorsalen Seite, durch Fasern unterbrochen sind, deren Zellenkörper etwas entfernter stehen. An der lateralen und dorsalen Seite des Centralkanals finden sich Gliazellen, die besonders an der letztgenannten Stelle wie zwei stärkere Ansammlungen bilden und durch kleine, runde, granulirte Kerne sich auszeichnen. Nervenzellen finden sich im gesammten Umkreise der grauen Substanz und unterscheide ich folgende Gruppen:

1. Die lateralen ventralen Zellen. Dieselben finden sich in dem den ventralen Hörnern entsprechenden Theile der grauen Substanz und stehen

Fig. 429. Hälfte eines Querschnittes durch das Mark eines lebend erhaltenen *Protopterus* nach *Golgi* behandelt, vergr. Eine grosse Zelle sendet viele Dendriten in und durch die weisse Substanz. Die zwei *Mauthner*'schen Fasern von 0,114 : 0,076 mm Durchmesser besitzen Hüllen von Nervenmark.

an Längsschnitten mit ihren Körpern meist quer, in Querschnitten oft wie bogenförmig längs des inneren Conturs der weissen Substanz. Multipolar von Gestalt, zeichnen sich viele derselben durch ganz kolossale Grösse, 40—60—100 μ, und ebenso mächtige, stark granulirte Kerne von 20—30—38 μ aus. Das Protoplasma ist feinkörnig homogen oder feinstreifig und die oft mächtigen Fortsätze dringen ventral- und lateralwärts in die weisse Substanz ein, wie oben schon angegeben wurde, und verästeln sich da, während ein ventraler Ausläufer in die vorderen Wurzeln überzugehen scheint (Fig. 429).

2. Die ventralen Zellen. Zwischen dem Centralkanale und den *Mauthner*'schen Fasern liegen in zwei Reihen 40—50 μ grosse, rundliche, multipolare Zellen, deren Fortsätze nicht zu verfolgen waren (Fig. 427 *v z*). Jede Reihe besteht aus einer oder zwei Zellen, doch liegen gewöhnlich nur zwei Zellen, seltener drei in Einer Querschnittsebene. Nicht selten lag auch eine dieser Zellen, die dann mehr gestreckt war, in dem *Septum ventrale* zwischen den *Mauthner*'schen Fasern.

3. Die lateralen Zellen. Liegen zu beiden Seiten des Centralkanals und gehen ohne Abgrenzung

4. in die dorsalen Zellen über. Diese beiden Gruppen bestehen meist aus kleineren, bipolar aussehenden Elementen, von denen *Burckhardt* in seiner Fig. 32 zwei versilbert darstellt, von denen die eine eine Strangzelle und die andere eine Kommissuren- oder motorische Zelle zu sein scheint. Aber auch grössere und selbst kolossale Elemente finden sich namentlich unter Nr. 4. So sah ich eine grosse Zelle an der ventralen Seite der Dorsalstränge quer gelagert, andere am Ausgangspunkte der schmalen Spitze der Dorsalhörner (Fig. 428). Manche Zellen dieser Gegend sandten je einen spitzen Ausläufer in der Richtung der sensiblen Wurzeln, doch war nie die volle Ueberzeugung zu gewinnen, dass dieselben die Bedeutung der *Freud*'schen Zellen des *Petromyzon* besitzen.

Noch ist zu bemerken, dass an der ventralen Seite des Centralkanales eine Kommissur sich findet, die der *Commissura alba* der höheren Geschöpfe entspricht.

b) *Ceratodus Forsteri.*

Von diesem merkwürdigen Typus der Dipnoi stand mir ein grosses, leider in seinem Rückenmarke nicht ganz gut erhaltenes Exemplar zu Gebote, das aber doch einige wichtige Ergebnisse lieferte. Das Mark ist mehr bandförmig, 1,47 mm breit, 0,22—0,25 mm im *Diameter dorso-ventralis* betragend, besitzt zwei Lateralbänder und ist demjenigen von *Petromyzon, Myxine* und *Cryptobranchus* ähnlich. Die graue Substanz ohne Spur von dorsalen Hörnern stellt eine quere, dünne Platte dar, die namentlich grosse Lateralzellen zeigt, aber auch eine Gruppe von medialen Zellen neben und ventral vom Centralkanale besitzt. Ferner erwähne ich das Vorkommen von zwei grossen, 30—38 μ dicken *Mauthner*'schen Fasern von demselben Baue wie bei *Protopterus,* von denen die eine dicht am *Septum ventrale,* die andere weiter lateralwärts ihre Lage hatte. In der weissen Substanz war in den Ventralsträngen, die keine *Commissura accessoria* besassen, das Vorkommen von einer gewissen Zahl recht starker

Nervenfasern auffallend, die jedoch nicht auf den Namen Kolossalfasern Anspruch machen konnten. *Ceratodus* scheint somit durch sein Rückenmark sowohl an *Protopterus* als auch an die Urodelen sich anzuschliessen.

c) *Ganoiden.*

Ueber das Mark von *Acipenser* hat *Goronowitsch* gute Abbildungen gegeben, aus denen hervorgeht, dass hier *Mauthner*'sche Fasern vorhanden sind, dagegen eine *Commissura accessoria* fehlt. Die Zellen zeigen den gewöhnlichen Typus.

Mir selbst stehen einige Erfahrungen über die Gattungen *Polypterus Calamoichthys*, *Amia* und *Scaphyrhynchus* zu Gebote, die mit den Beobachtungen von *Goronowitsch* übereinstimmen und, wie oben schon angegeben, das Vorkommen von *Mauthner*'schen Fasern auch bei dieser Gruppe nachwiesen.

d) *Elektrische und Pseudoelektrische Fische.*

Die Zitterrochen weichen im Baue des Markes von anderen Plagiostomen nicht ab, wie wir durch *Stieda* wissen. Ebenso zeigt die Gattung *Malapterurus*, abgesehen von dem obersten Theile des Markes, wo die zwei grossen Ursprungszellen der elektrischen Nerven sitzen, keine Abweichungen von dem gewöhnlichen Baue des Teleostiermarkes. Doch ist die Lage der genannten Zellen auf Querschnitten noch nicht bekannt. *Gymnotus* ist durch die Untersuchungen von *Fritsch* bekannt geworden, dessen Beschreibungen ich z. Th. zu bestätigen, z. Th. etwas zu erweitern im Stande bin. Das Mark dieses Aales zeigt im Bereiche der elektrischen Organe einen ganz besonderen, von *Fritsch* richtig erkannten Bau, indem nahezu die gesammte graue Substanz von grossen multipolaren Zellen von 26—40 μ Grösse dichterfüllt ist (Fig. 430). Im übrigen zeigt dieselbe mehr eine rundlich viereckige Gestalt und lässt keine schärfer ausgeprägten Hörner vortreten. Immerhin ist die Andeutung eines Ventralhornes oft nicht zu verkennen, auch ziehen sich in vielen Fällen Nervenzellen von etwas geringerer Grösse als die elektrischen Zellen, wie ich die andern heissen will, da dieselben im cerebralen Theile des Markes fehlen,

fl

vW

sl

Fig. 430.

Fig. 430. Querschnitt des Markes von *Gymnotus electricus*, vergr. Natürliche Grösse 1,64 : 1,16 mm. *sl Septa ventralia lateralia* mit der *Commissura accessoria* dazwischen, *vW* ventrale Wurzel, *fl* grobfaseriger Theil des Seitenstranges.

längs der austretenden motorischen Wurzeln mehrweniger weit in den Ventralstrang hinein und bilden hier oft wie eine besondere ventrale laterale Gruppe, die vielleicht wesentlich die Ursprungszellen der motorischen Wurzelfasern in sich schliesst. In seltenen Fällen findet sich vereinzelt eine grössere Zelle in den ventralen Theilen des Dorsalstranges.

Ueber den Bau der weissen Substanz habe ich zu bemerken, dass neben dem *Septum ventrale mediale* auch zwei *Septa lateralia* vorkommen, die auf den ersten Blick motorische Wurzeln zu sein scheinen, aber doch wesentlich die Bedeutung von Gliazellen haben möchten. Die motorischen Wurzeln fand ich an den lateralen Seiten dieser Septen (Fig. 430 *sl*), im Bogen lateralwärts verlaufend *(v W)*. Eine *Commissura accessoria* verband die drei ventralen Septen in der Querrichtung. In hohem Grade auffallend ist bei Gymnotus ein beiläufig dreieckiges Feld im dorsalen Theile der Seitenstränge, das, wie *Fritsch* richtig hervorhebt, die stärksten Nervenfasern des ganzen Markes enthält und bis an die graue Substanz, aber auch bis an die äussere Oberfläche sich erstreckt. Da bei anderen Fischen nichts ganz gleiches sich findet (siehe übrigens S. 169 oben), so liegt der Gedanke an eine centrifugale, auf die elektrischen Zellen wirkende Bahn nahe und da die elektrischen Organe durch ihre Entwicklung den Muskeln verwandt sind, so ist es wohl erlaubt, an eine Gleichstellung dieser Gymnotusbahn mit der lateralen Pyramidenbahn zu denken, obschon eine solche bei den Fischen bis jetzt nicht nachgewiesen ist, eine Vermuthung, die auch *Fritsch* hervorhebt.

Fig. 431.

Von den sogenannten pseudoelektrischen Fischen kennen wir durch *Fritsch* das Mark der *Mormyriden*. Dasselbe zeigt im thoracalen Abschnitte nichts Eigenthümliches (*ich*), im Schwanztheile dagegen, von dem die elektrischen Nerven abgehen, liegen in der im Querschnitte rundlich viereckigen grauen Substanz grosse multipolare Zellen, die dieselbe fast ganz erfüllen, von welchen die elektrischen Nerven entspringen. Diese bilden an der dorsalen und ventralen Seite der Wirbelsäule je ein Chiasma, so dass die elektrischen Organe von beiden Seiten ihre Nerven erhalten. Ausserdem sollen auch nach *Fritsch* die motorischen Zellen im Marke selbst durch Anastomosen sich verbinden, die vielleicht

Fig. 431. Mark von *Mormyrus spec.* aus der Gegend der elektrischen Organe, vergrössert. Natürliche Grösse 0,71 : 0,59. *Septa lateralia* wie bei *Gymnotus* vorhanden.

Synergien derselben vermitteln. Meine Untersuchungen an einer Art von *Mormyrus* bestätigen diese Angaben von *Fritsch* (s. Fig. 431) und habe ich nur das beizufügen, dass auch hier drei ventrale Gliazüge und eine *Commissura accessoria* vorkommen. Die Zellen selbst maassen bei dem von mir untersuchten *Mormyrus* 38—76 μ, mit Kernen von 15—18 μ und zeigten nichts von den von *Fritsch* beschriebenen Anastomosen, was ich jedoch, obschon ich überhaupt das Vorkommen solcher Anastomosen für sehr unwahrscheinlich halte, nicht besonders betonen will, da mein Exemplar offenbar weniger gut erhalten war, als die von *Fritsch* untersuchten.

e) *Plectognathi.*

Durch *Vignal* und *B. Haller* sind wir mit dem Rückenmark von *Orthagoriscus* und durch *Haller* auch mit demjenigen von *Tetrodon* bekannt geworden, da jedoch beide Forscher keine Gelegenheit hatten, die neueren Methoden anzuwenden, so sind wir auch hier, wie in so vielen Fällen, nicht in der Lage, eine Einsicht in die feineren Verhältnisse zu besitzen.

Das Mark von *Orthagoriscus* besteht aus vier säulenartigen Theilen, die durch Längsfurchen geschieden sind. Aus zwei lateralen Furchen treten die sensiblen Wurzeln heraus und neben der ventralen medianen Furche die motorischen. Die zwei dorsalen Säulen enthalten keine Nervenzellen und nur ganz oberflächlich sehr kleine dorsale Stränge. Dagegen sind im ventralen Abschnitte viele grosse multipolare Zellen enthalten, die eine laterale und eine mediale, neben dem Centralkanale gelegene Gruppe bilden. Von weissen Strängen finden sich hier ebenfalls nur zwei kleine Ventralstränge. Somit würden bei diesem Marke, wie bei Embryonen von manchen Säugern, nur vier nicht verbundene kleine Längsstränge vorliegen und die graue Substanz eine ganz überwiegende Entwicklung zeigen. Dem Baue nach besteht dieselbe, abgesehen von den Zellen, aus Glia- und Nervenfasern, über deren Verhalten keine zuverlässigen Angaben vorliegen, da *Haller*'s Darstellungen eines allgemeinen Nervennetzes im Innern doch wohl nicht als hinreichend begründet anzusehen sind.

Litteratur der Fische. *R. Burckhardt*, Das centr. Nervensystem v. *Protopterus annectens*. Berlin 1892; *G. Fritsch*, Ueber e. bemerkenswerthe Elemente des Centralnervensystems von *Lophius* in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 27 und Ber. d. Berl. Akademie 1875. Weitere Beitr. z. Kenntniss der schwach elektr. Fische. Berl. Ber. 1891. Die elektr. Fische. I. *Malapterurus* 1887. Das Gehirn und Rückenmark von *Gymnotus electricus* in *Sachs*' und *Du Bois-Reymond*'s Zitteraal. Leipzig 1881 S. 305—400 Taf. II bis VIII. Ueber den feineren Bau des Fischgehirns. Berlin 1878 Fol. mit 13 Tafeln; *Fulliquet*, Recueil zool. suisse 1886 T. III (*Protopterus annectens*); *N. Goronowitsch*, Das Gehirn und die Cranialnerven von *Acipenser ruthenus* in Morph. Jahrb. 1888 Bd. 13; *B. Haller*, Ueber das Centralnervensystem von *Orthagoriscus mola* in Morph. Jahrb. Bd. XVII 1891; *M. v. Lenhossek*, Beob. an den Spinalganglien und dem Rückenmarke v. *Pristiurus*. Anat. Anz. 1892 Nr. 16, 17; *Mauthner*, Unters. üb. den Bau d. Rückenmarkes der Fische. Wien 1859; *Owsjannikow*, De medullae spinalis textura imprimis in piscibus factit. 1854. Diss.; *Rabl-Rückhardt*, Gehirn d. Knochenfische. Arch. f. Anat. 1882, 1883; *M. Reichenheim*, Ueber d. Rückenmark und d. elektr. Lappen v. *Torpedo*. Berlin 1878; *V. Rohon*, Das Centralorgan des Nervensystems der Selachier in Wien. Denkschr. Bd. 38, 1877. Zur Histiogenese des Rückenmarkes der Forelle. Sitzungsber. d. bayer. Akad. 1884 H. 1; *Sanders*, Contribut. to the anat. of the centr. nerv. Syst. 1886 (Plagiostomen); *L. Stieda*, Ueber das Rückenmark und Gehirn v. *Esox lucius*. Dorp. 1861, Diss. Studien über das centrale Nervensystem der

Knochenfische in Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XVIII; *Ussow*, Structure des lobes accéssoires de la moëlle de quelques poissons osseux in Arch. d. Biol. III 1882; *Fr. Viault*, Struct. d. centr. nerveux d. plagiostomes. Arch. d. Zool. V 1876 (Trygon, Torpedo, Scyllium); *Vignal, W.*, Note sur l'anat. des centres nerveux de la mole in Arch. d. Zool. IX 1881 und Sur les lobes accéssoires de la moëlle du mole in Compt. rend. de la societé de Biol. III 1886.

B. Rückenmark der Amphibien.

I. *Urodela* s. *Caudata.*

Aus dieser Abtheilung besitzen wir Mittheilungen über das Mark von *Triton, Proteus* und *Siredon,* denen ich welche über *Siren, Cryptobranchus Amphiuma, Salamandrina, Geotriton, Siredon* und *Proteus* anreihen kann.

Die gröbere Gesammtanordnung der grauen und weissen Substanz betreffend, so steht das Rückenmark dieser Geschöpfe im Allgemeinen den embryonalen Zuständen des Markes näher, als dasjenige der meisten Fische, indem die graue Substanz vorwiegend aus Elementen besteht, die als Abkömmlinge des primitiven Ependyms zu betrachten sind, ja in gewissen Fällen, wie bei *Salamandrina, Triton, Geotriton, Proteus* und selbst *Siredon,* sozusagen einzig und allein aus solchen zu bestehen scheint, die um den Centralkanal und sein Ependym herum zu einer zusammenhängenden, im Querschnitte beiläufig dreieckigen Masse angeordnet sind, die ihre Basis an der ventralen Seite und ihre Spitze an der dorsalen Mittellinie besitzt. In den einfachsten Fällen, bei *Proteus, Geotriton, Triton,* ist von einer Ausbildung von grauen Hörnern keine Spur vorhanden, wenn auch die ventralen Ecken der grauen Substanz den ventralen Hörnern entsprechen, während bei *Siredon,* wie bereits *Stieda* angab, dorsale und ventrale Säulen wenigstens angedeutet sind.

Fig. 432.

Bei *Siren, Amphiuma* und *Cryptobranchus* ist die graue Substanz weiter entwickelt, reicher an Nervenzellen und ärmer an Ependymelementen und zugleich die Gesammtform des Querschnittes in auffallender Weise demjenigen des Markes von *Petromyzon* und *Myxine* ähnlich, nur etwas weniger in die Quere gezogen und im *Diameter dorso-ventralis* dicker.

Die Nervenzellen sind bei den einfachsten Formen (*Salamandrina, Geotriton*) sehr spärlich und schwer zu sehen, doch fehlt die laterale Gruppe grösserer Zellen nie und finden sich auch mediale, in der Höhe des Centralkanales stehende Elemente von geringerer Grösse, wie es scheint, ausnahmslos, dagegen sind dorsale Nervenzellen nur bei den höheren Formen zu finden. Bei *Triton* beschreibt *Burckhardt* in der dorsalen Mittellinie eine Reihe alter-

Fig. 432. Mark von *Siren lacertina* mit einer Furche an der ventralen Seite. Natürliche Grösse 1,5 : 0,85 mm.

nierend gestellter grosser Zellen, die ihren nervösen Fortsatz abwechselnd in die rechten und linken sensiblen Wurzeln senden und von *Proteus* schildert und bildet *Klaussner* einen Ursprung von sensiblen Wurzelfasern von zahlreichen kleinen dorsalen Zellen ab. Mir war es bei *Siredon*, ebensowenig wie *Stieda*, möglich etwas von solchen Zellen zu sehen, dagegen fand ich bei *Siren* Verhältnisse, die an die von *Triton* geschilderten erinnerten. (Siehe unten.) Von den lateralen Zellen sah *Burckhardt* bei *Triton* Aeste in die weisse Substanz abgehen, die unzweifelhaft, ebenso wie die von demselben Autor bei *Protopterus* gefundenen, Dendriten waren, die die weisse Substanz durchziehen und wahrscheinlich bis zur Oberfläche derselben sich erstrecken.

Am ausgebildetsten sind die Nervenzellen unter allen bis jetzt untersuchten *Urodelen* bei *Siren* und *Amphiuma.* Die lateralen Zellen erkennt man am besten

Fig. 433.

an Frontalschnitten, an welchen dieselben ganz an diejenigen von *Petromyzon, Myxine* und *Protopterus* durch ihre bedeutende Zahl, ihre Grösse, (Länge 38—95 μ, Breite 20—30 μ, Kerne 20—38 μ) und ihre quere Stellung erinnern. Auch hier zeigen solche Schnitte, was ich nachträglich auch für die andern eben genannten Gattungen betone, keine Spur einer segmentalen Anordnung der betreffenden Zellensäule, dagegen lassen sich an vielen Orten die Achsencylinder dieser Zellen in ihrem Uebergange in die motorischen Wurzeln verfolgen.

Ausser diesen Zellen (Fig. 433), finden sich einmal kleinere mediale Zellen neben dem Centralkanale von 20—36 μ Länge mit länglichen Kernen von 15—20 μ, deren Achsencylinderfortsätze dorsal- und lateralwärts gerichtet

Fig. 433. Aus einem Querschnitte von *Siren.* Dargestellt sind der Centralkanal, die linke Hälfte der grauen Substanz mit Zellen und Gefässen und die angrenzenden Theile der weissen Substanz mit dem *Septum ventrale.*

erscheinen, und zweitens grössere runde Zellen in der Nähe des Centralkanales theils neben demselben, theils an seiner dorsalen Seite, aber mehr vereinzelt, welche vielleicht den *Freud*'schen Zellen des *Petromyzon* und den von Burckhardt bei *Triton* gefundenen sog. Hinterzellen zu vergleichen sind. Noch auffallender sind eine sehr bedeutende Zahl bipolarer und multipolarer Zellen, die meist ganz oberflächlich vor allem in den Dorsalsträngen, aber auch in den Seitensträngen und, wenn auch selten, in den Ventralsträngen ihre Lage haben. Diese Elemente sind zum Theil von sehr bedeutender Grösse (76—95 μ lang, 23—35 μ breit), z. Th. kleiner, doch kaum unter 22—26 μ. Ihr Protoplasma ist homogen von eigenthümlichem Glanze, der Kern gross (22—30 μ lang, 20—25 μ breit) immer körnig, selten mit deutlichem Nucleolus und die Fortsätze meist sehr deutlich vom Charakter der Achsencylinder der Nervenfasern der weissen Substanz und oft ziemlich weit bis zu 100 μ und darüber in den Strängen zu verfolgen. Diese durch ihre Lage, Gestalt und Grösse merkwürdigen Elemente liegen mit ihrer Längsachse meist der Achse des Markes parallel oder etwas schief gegen die Medianebene geneigt und glaube ich in einigen Fällen dieselben mit dorsalen Wurzelfasern an der Eintrittsstelle derselben in das Mark in Verbindung gesehen zu haben, während sie in der Mehrzahl der Fälle weiter von derselben entfernt ihre Lage hätten. Diese Wurzelfasern theilen sich auch bei *Siren*, wie überall bei Fischen und Amphibien, wie Stieda zuerst beobachtete, bei ihrem Eintritte in das Mark in einen cerebral- und einen caudalwärts gerichteten Ast und zweifle ich nicht im geringsten daran, dass die einzelnen Nervenfasern auch hier Theilungen besitzen, die selbst an Karminpräparaten andeutungsweise zu erkennen waren. Die genannten grossen Zellen nun erinnern zum Theil gar sehr an die von Freud bei *Petromyzon* beschriebenen bipolaren Zellen, die auch oberflächlich in den sensiblen Strängen liegen und wären dieselben, wenn diese Deutung sich als richtig ergäbe, unstreitig die am leichtesten zu verfolgenden Ursprungszellen sensibler Wurzelfasern im Marke selbst, doch kann ich nicht umhin, zu bemerken, dass einer solchen Auffassung gewichtige Bedenken entgegenstehen. Diese liegen für mich weniger in der Deutung der Zellen als Nervenzellen, indem die naturgetreue Abbildung derselben (Fig. 434) gewiss Jedem deutlich machen wird, dass gute Gründe vorliegen, diese Elemente für nervöse zu halten, wohl aber in dem Vorkommen dieser Zellen auch in den oberflächlichen Schichten des Seitenstranges und Ventralstranges, ferner in dem Umstande, dass neben bipolaren solchen Zellen, die allerdings in der Mehrzahl sich finden, auch multipolare vorkommen und zwar wie mir schien vor allem im Ventralstrange. Aus dieser Thatsache geht jedenfalls so viel hervor, dass

Fig. 434.

Fig. 434. Eine oberflächlich am Dorsalstrange von *Siren* liegende Zelle (Nervenzelle?), starke Vergr.

sicher nicht alle diese Elemente als den sensiblen Wurzeln angehörend betrachtet werden können. Auch die Frage habe ich reiflich erwogen, ob die betreffenden Zellen von *Siren* nicht etwa, wie die *Burckhardt*'schen Zellen von *Protopterus*, die Bedeutung von Gliazellen haben, ohne dabei zu einem bestimmten Ergebnisse zu kommen.

Die weissen Stränge des Urodelenmarkes zeigen nichts besonderes mit Ausnahme des Vorkommens von *Mauthner*'schen Fasern bei *Siredon* und *Triton* nach *Stieda*'s von *Sclavunos* und *Burckhardt* bei letzterem und von *mir* bei *Siredon* bestätigten Entdeckung (Fig. 435), welche Fasern nach *Stieda* nicht soweit sich erstrecken, wie bei Fischen und im verlängerten Marke sich kreuzen. Von Kommissuren finden sich in manchen Fällen, *Triton*, *Siren*, eine dorsale und eine ventrale, erstere in der grauen Substanz, in andern nur eine ventrale *(Siredon)*.

Fig. 435.

Der feinste Bau des Markes der *Urodelen* ist bis jetzt nur von *Sclavunos* bei *Triton* und *Siredon* untersucht worden, dessen Angaben ich einige eigene an die Seite stellen kann. Mit Silber wies *Sclavunos* Theilungen der sensiblen Wurzelfasern und Collateralen aller Stränge nach, Angaben, die ich bestätigen kann, dagegen gelang es weder ihm noch mir, Zellen zu versilbern und muss ich ganz allgemein das Mark erwachsener Fische und *Urodelen* als der *Golgi*'schen Methode gegenüber sehr renitent bezeichnen. Sehr leicht färben sich dagegen die Gliaelemente und habe ich bei *Siredon* nahezu so vollkommene Versilberungen der Ependymfasern bekommen, wie bei Batrachiern und Embryonen von Säugern. Diese einzigen Gliaelemente, von denen auch *Sclavunos* berichtet, gehen durch das ganze Mark hindurch, beginnen mit unregelmässigen Zellenkörpern in der Nähe des Centralkanales, verästeln sich nach ihrem Eintritte in

Fig. 435. Mark von *Siredon* aus der Bauchgegend quer (*Weigert*) Natürliche Grösse: Mark 1,64 : 1,25 mm, graue Substanz Querdurchmesser 0,85 mm, Lumen des Centralkanales 0,11—0,14 mm. In den Ventralsträngen die Kreuzungskommissur und die *Mauthner*'schen Fasern sichtbar. Die Fasern der Kommissur gehen bei *p* in eine oberflächliche Faserlage über, *m* motorische Wurzeln.

die weisse Substanz unter spitzen Winkeln, je weiter nach aussen, um so reichlicher und enden dicht an der *Pia mater* mit kleinen Anschwellungen. Färbungen der Ependymzellen selbst erhielt ich nie und ebensowenig fand ich sternförmige Gliazellen, wie *Lavdowsky* solche von Batrachiern abbildet.

Die Behandlung des Markes von *Siredon* nach *Weigert* ergab Verhältnisse, die die Fig. 435 darstellt. Einmal zeigte sich zwischen beiden Ventralsträngen, jedoch nicht oberflächlich, sondern mehr in der Tiefe, wie eine Kreuzung dieser Stränge. Dorsalwärts liefen die gekreuzten Fasern unter einer S-förmigen Biegung in die graue Substanz aus und zogen dann bogenförmig in der lateralen Hälfte derselben dorsalwärts, um mit ähnlichen Zügen sich zu mischen, die von den Eintrittsstellen der sensiblen Wurzeln herkamen. Alle diese Fasern waren dunkelrandig und zum grössten Theile von der feinsten Art. Andere feinste Fäserchen kamen allerwärts aus den Seitensträngen und den Ventralsträngen heraus, so dass überall wie feine Geflechte entstanden, die vor allem im Ventralhorne um die grossen lateralen Zellen herum und in den Dorsalhörnern entwickelt waren. Ausser diesen in reichlicher Menge vorhandenen markhaltigen Fäserchen der lateralen oder oberflächlichen Hälfte der grauen Substanz fanden sich solche auch, aber viel spärlicher, um den Centralkanal herum zwischen den hier vorkommenden Gliazellen.

Sehr auffallend war es mir Fortsetzungen der ventralen Kreuzungskommissur an der Oberfläche der Ventralstränge längs der Ventralspalte zu finden, welche horizontalen Fäserchen an der freien Fläche der Ventralstränge weiter lateralwärts zogen und noch an den Seitensträngen eine Strecke weit dorsalwärts zu verfolgen waren. Die Herkunft dieser circummedullären Lage von Fäserchen, die an ähnliche Bildungen beim Frosche und den Reptilien (s. unten) erinnerte, war übrigens nicht genau zu ermitteln, nämlich ob dieselben von gekreuzten Fasern oder von Fasern derselben Seite ausgehen, und werden erst Untersuchungen an Larven mit *Golgi*'s Methode hierüber genaue Auskunft geben, über die ich später an einem anderen Orte hoffe berichten zu können.

Die *Mauthner*'schen Fasern von *Siredon* sind Nervenfasern von 30—40 μ Durchmesser mit einem einfachen Achsencylinder von 20—25 μ, die an der dorsalen medialen Seite der ventralen Kreuzungskommissur liegen.

II. *Ecaudata.*

Aus dieser Abtheilung besitzen wir nur über den Frosch und die Kröte Untersuchungen, unter denen die älteren von *v. Kupffer, Reissner* und von *Stieda* die ausführlichsten sind. Dieselben beziehen sich jedoch mehr nur auf das, was an gewöhnlichen gefärbten Schnitten zu sehen ist und liegt ihr Hauptverdienst in der genauen Schilderung der Grösse, der Formen und der Vertheilung der Nervenzellen, sowie der Nervenwurzeln. Ueber die feineren Verhältnisse hat erst die neueste Zeit durch die Arbeit von *C. Sala* wichtige Aufschlüsse geliefert, der zum ersten Male die *Golgi*'sche Methode auf dieses Mark anwandte und auch die erste Abbildung eines *Weigert*'schen Präparates gab, in welcher Beziehung auch *Lavdowsky* zu nennen ist.

Ueber die äussere Gestalt des Querschnittes des Froschrückenmarks giebt die Fig. 436 genügenden Aufschluss, ebenso die Fig. 437 über die Beschaffen-

heit der grauen Substanz, so dass von einer in's Einzelne gehenden Beschreibung Abstand genommen werden kann. Verglichen mit dem Marke höherer Wirbelthiere ist das Auffallendste die grosse Tiefe in dorso-ventraler Richtung der centralen, beide Rückenmarkshälften verbindenden grauen und weissen Substanz. Hier findet sich einmal eine sehr entwickelte *Commissura alba* mit gekreuzten Fasern in ihrem ventralen Theile, einfachen Kommissurenfasern im dorsalen Abschnitte. Dann folgt der enge Centralkanal mit seinem Ependym und hierauf eine in dorso-ventraler Richtung ausgedehnte, aber lockere dorsale Kommissur. Vom Centralkanale geht nach dem Grunde der ventralen Spalte ein deutliches Septum von Ependymfasern, während an der dorsalen Seite ein solches Septum nur schwach angedeutet ist. Der Centralkanal und die beiden Septa sind von einer hellen Substanz, dem *Septum medium* von *Reissner*, umgeben, die wie ein breiterer, dorso-ventraler, lichter Raum von der ventralen Kreuzungskommissur bis zu den Spitzen der dorsalen Hörner reicht und fast ganz aus Neuroglia besteht.

Fig. 436.

In der grauen Substanz ist im Allgemeinen die grosse Menge von Nervenzellen bemerkenswerth, wenn man das Mark der *Ecaudata* mit dem der *Urodelen* vergleicht, welcher Menge auch die relativ viel grössere Masse der grauen Substanz selbst entspricht. Neben diesen Zellen finden sich auch eine bedeutende Zahl von Gliazellen vor allem um den Centralkanal herum und im *Septum medium*, doch sind in vielen Fällen diese Elemente nur schwer von Nervenzellen zu unterscheiden, wie man schon längst weiss. Ich deute im Allgemeinen alle rundlichen Zellen mit wenig Protoplasma und kleinen Kernen als Gliazellen, alle spindelförmigen und dreieckigen Elemente mit grösseren Kernen als Nervenzellen.

Was nun die Vertheilung der letzteren betrifft, so ist die Zahl derselben so gross und ihre Vertheilung der Art, dass nur Eine gut begrenzte Gruppe

Fig. 436. Rückenmark der *Rana temporaria*, Halsanschwellung, quer nach *Weigert*. Durchmesser des Markes: Breite 2,56 mm, *Diam. dorso-ventralis* 2,93 mm. *fv Funiculus ventralis*, *fl Fun. lateralis*, *fd Fun. dorsalis*, *cc* Centralkanal, *sa Septum ventrale*, *ca* gekreuzte ventrale Kommissur, *sa'* quere *Commissura alba*, *cd Commissura dorsalis*. Im Ventralhorne ein Theil der grossen Nervenzellen sichtbar.

aufgestellt werden kann, die der lateralen ventralen oder motorischen Zellen, die auch bei *Rana* und *Bufo* in derselben Gestalt, Lagerung und Grösse sich finden, wie bei den meisten Fischen und den *Caudata* (Fig. 437). In der Nähe dieser Zellen finden sich bis zur Medianebene dicht am ventralen Strange mittelgrosse und kleinere, oft querliegende Elemente, die ventralen medialen Zellen. Dann folgen viele Mittelzellen seitlich vom Centralkanale in der Mitte zwischen beiden Hörnern, doch fehlt, wenigstens in der Gegend der Halsanschwellung, eine Gruppe, die den *Clarke*'schen Säulen an die Seite gestellt werden könnte. Endlich unterscheide ich die dorsalen Zellen, die in grosser Anzahl das dorsale Horn erfüllen. Die letztgenannten zwei Abtheilungen umfassen kleine, mittelgrosse und, wenn auch seltener, einzelne grössere Zellen, unter denen besonders welche an der dorsalen Grenze der Dorsalhörner sich fanden, den lateralen dorsalen Zellen der Säuger vergleichbar. Von den dorsalen Zellen senden nach *Sala* einzelne ihren Achsencylinder in den Dorsalstrang. Bei *Rana halecina* und *pipiens* fand *Mason* im distalen Theile der Armanschwellung unmittelbar dorsalwärts vom Centralkanale nahe dem lateralen Rande der grauen Substanz eine Gruppe von Nervenzellen mittlerer Grösse, die sich durch die kreisrunde Form ihrer Kerne auszeichnen. Eine ähnliche Gruppe kleinerer Zellen (von 0,012—0,015 mm) findet sich auch im mittleren Theile des *Conus medullaris*. Beide Gruppen werden den *Clarke*'schen Säulen verglichen (?). Ferner weist *Mason* nach, dass die motorischen Nervenzellen in der Lendenanschwellung grösser sind als in der Brachialanschwellung.

Fig. 437.

Noch bemerke ich, dass die sensiblen Wurzeln meist stärkere Fasern enthalten und dass auch in den Dorsalsträngen solche Elemente nicht fehlen.

Fig. 437. Graue Substanz eines Querschnittes der Halsanschwellung des Markes von *Rana temporaria*, Nigrosinpräparat, mittl. Vergr. Buchstaben wie bei Fig. 436, ausserdem *r* *Substantia reticularis centralis* (Gliagerüst), *fd'* lateraler Theil des *Fasciculus dorsalis* mit einigen Nervenzellen, ca^1 quere *Commissura alba*.

Eine *Lissauer*'sche feinfaserige Randzone fehlt beim Frosche. Ferner ist erwähnenswerth, dass, wie schon *Reissner* meldet, einzelne Nervenzellen auch theilweise oder ganz innerhalb der weissen Stränge liegen. Ich glaube so etwas im lateralen Theile der Dorsalstränge gesehen zu haben (Fig. 437), doch ist es nicht immer leicht, Nervenzellen und Gliazellen zu unterscheiden.

Wenden wir uns nun zum feineren Baue des Froschmarkes, so lehren schon die *Weigert*'schen Präparate, wie ich mit *Sala* finde (Fig. 436), dass auch hier die graue Substanz eine ungemeine Menge von Collateralen enthält, die von allen drei Strängen ausgehen und wesentlich denselben Verlauf zeigen,

Fig. 438.

wie bei höheren Geschöpfen. Sehr deutlich sind vor allem die Reflexcollateralen, aber auch diejenigen der ventralen und Lateralstränge erweisen sich als ungemein zahlreich und die grossen lateralen Nervenzellen werden ebenfalls von dichten Geflechten feinster Nervenfasern umsponnen, wie die Fig. 436 sie zeigt. Zu diesen Collateralen zählen auch die Fasern der dorsalen Kommissur, an der

Fig. 438. Querschnitt des Markes einer Larve von *Bufo* (Cervicaltheil), vergr. *A* Motorische Zellen mit ihren die *Commissura ventralis* kreuzenden Fortsätzen *Z*, ihren in dem circummedullaeren Plexus übergehenden lateralen Dendriten *L* und den nervösen Fortsätzen *ci*. *B C D E H* Zellen der *Clarke*'schen Säulen, von denen der Achsencylinder von *B* bis zur ventralen Kommissur und der von *C* zum Seitenstrange zu verfolgen war. *N G S* Zellen vom Scheitel des Dorsalhornes, deren Achsencylinder zum Seitenstrang führen. *R* Zelle der Substanz von *Rolando* zum Seitenstrang. *I* Randzelle zum Seitenstrang. *I J* Zellen des ventro-lateralen Stranges. *V* Zelle zum *Plexus circummedullaris* mit einem neben der *Fissura ventralis* verlaufenden Achsencylinder. *M* circummedullaerer nervöser Plexus. *L* von Dendriten gebildeter Theil dieses Plexus. *O* Interstitielle Collaterale in der weissen Substanz. *U* Ventrale Wurzelfasern. *K* Ventrale Wurzelfaser, die sich zu theilen schien. *ci* Achsencylinder. Nach *Cl. Sala*.

Sala ohne Grund drei Abtheilungen unterscheidet, wogegen die Fasern der *Commissura alba* wohl nur zu einem Theile aus Collateralen der ventralen Stränge, einem andern Theile nach aus nervösen Fortsätzen von Strangzellen bestehen.

Noch deutlicher als *Weigert-Pal*'sche Präparate bringt Versilberung des Markes bei Larven die Collateralen und alle anderen durch *Golgi* und *Ramón* bei höheren Geschöpfen gefundenen Verhältnisse hervor, von den Theilungen der sensiblen Wurzeln an bis zu dem Verhalten der Nervenzellen zu den Strängen und motorischen Wurzeln, und betone ich daher hier nur die Besonderheiten des Markes der *Ecaudata*. Das Eigenthümlichste ist das Vorkommen eines cirkummedullären Plexus von Endigungen von Dendriten der grossen lateralen Zellen der Ventralhörner. Diese Zellen entsenden (Fig. 438) die meisten ihrer Dendriten in den lateralen Theil der Ventralstränge und in die Seitenstränge, in welchen dieselben bis zur Oberfläche dringen und hier, oberflächlicher als die weisse Substanz, in einer schmalen Zone, die an *Weigert*'schen Präparaten ungefärbt bleibt, ein reiches Flechtwerk erzeugen und schliesslich ohne Anastomosen-Bildung frei enden. In dieses Geflecht, dessen selbstverständlich marklose Fasern theils quer, theils longitudinal verlaufen und nie, wie *Lavdowsky* behauptet, in Strangfasern übergehen, setzen sich auch, wie schon auf S. 127 angegeben wurde, besondere, von *Ramón* entdeckte, nach aussen tretende Collateralen von Seitenstrangfasern fort und enden in demselben mit reichen Verästelungen, ein Verhalten, das, wie wir bereits wissen, *Ramón* zu dem Beweise diente, dass Dendriten von Nervenenden beeinflusst werden und ihre Erregungen cellulipetal ihren Nervenzellen übertragen.

Fig. 439.

In Betreff einiger z. Th. noch nicht zu deutender oder seltenerer Verhältnisse, die sich auf diesen circummedullären Plexus beziehen, den *Ramón* zuerst bei Eidechsen und *Lavdowsky* bei ungeschwänzten Batrachiern entdeckte, verweise ich auf die ausführliche Arbeit von *Cl. Sala* und erwähne nur, dass die Verhältnisse dieses Plexus dadurch noch verwickelter werden, dass auch

Fig. 439. Längsschnitt des Seitenstranges des Markes einer älteren Froschlarve. Nach *Cl. Sala*. *A B C* äussere oder peripherische Collateralen. *D* Interstitielle Collateralen. *E* Aeussere Collaterale, die sich in einen auf- und einen absteigenden Schenkel spaltet. *F* Innere Collateralen. *G* Graue Substanz.

die Enden der Ependymfasern denselben durchziehen, welche bei *Rana* und *Bufo* nach der leicht zu bestätigenden Entdeckung von *Lavdowsky* und *Cl. Sala* in derselben primitiven Form sich finden, wie bei den Embryonen höherer Thiere (*Sala* Fig. 7), in der Art, dass die betreffenden Zellenkörper nur selten noch bis an die Höhlung des Centralkanales reichen, sondern ungefähr ebenso von demselben abstehen, wie beim Menschen und Schafe (Fig. 409, 410). Ausser diesen Fasern, die gegen die Oberfläche des Markes ungemein zierlich sich verästeln, zeichnet *Lavdowsky* noch eine ungemeine Menge sternförmiger *Golgi*'scher Zellen, die *Cl. Sala* nicht finden konnte. Mir ist es bisher ebenso ergangen, doch zweifle ich nicht im geringsten an der Richtigkeit der Angaben des genannten Autors, da an mit Karmin oder Nigrosin gefärbten Präparaten von *Rana* eine bedeutende Zahl von Gliazellen in allen Strängen, sowohl im Innern als an deren Oberfläche angetroffen werden.

Litteratur der Amphibien. *E. Berger*, Ein eig. Rückenmarksband einiger Reptilien und Amphibien. Wiener Sitzungsber. 1878; *Bidder* u. *Kupffer*, Unters. über d. Textur des Rückenmarks 1857; *K. R. Burckhardt*, Hist. Unters. am Rückenmark der *Tritonen*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 34, 1889; *J. Gaule*, Zahl und Verbreitung der markhaltigen Fasern im Froschrückenmark; *F. Klaussner*, Das Rückenmark des *Proteus anguineus*. Abh. d. bayr. Akad. Bd. 14, 2. Abth., 1883; *Koelliker*, Bau des Rückenmarks bei niederen Wirbelthieren. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IX 1858; *M. Köppen*, Zur Anatomie des Froschgehirns in Arch. f. Anat. 1888; *C. v. Kupffer*, De Medullae spinalis textura in ranis. Dorp. 1854; *Lavdowsky*, Vom Aufbaue des Rückenmarks in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 38; *J. J. Mason*, In the New-York medical Journal 1879 (Neue Gruppen von Nervenzellen bei *Rana pipiens* und *Rana halecina*). — Microsc. Stud. on the centr.-nerv.-Syst. of reptiles and batrachians in Journ. of mental diseases 1880 u. 1881 (mir nicht zugängig); *Reissner*, Der Bau des centr. Nervensystems d. ungeschwänzten *Batrachier*. Dorpat 1864; *Cl. Sala*, Estructura de la médula espinal de los Batracios. Barcelona 1892; *G. Sclavunos*, Beitr. z. feineren Anatom. d. Rückenmarks der Amphibien in Festschr. f. *Koelliker* 1892; *L. Stieda*, Studien über d. centr. Nervensystem der Wirbelthiere (Frosch, Hund, Kaninchen) in Zeitschrift für wiss. Zool. Bd. XX, 1870. — Centr. Nervensystem d. *Axolotl* in Zeitschrift für wiss. Zool. Bd. 25; *E. Traugott*, Beitr. z. Anat. d. Rückenmarks von *Rana temporaria*. Dorpat 1861; *W. Waldeyer*, Ueber den Achsencylinder in *Henle*'s Zeitschr. 3. R. Bd. XX S. 234 Taf. I Fig. 4a (Froschrückenmark).

C. Rückenmark der Reptilien.

Aus dieser Gruppe liegen nur wenig Untersuchungen vor, von denen die Bemerkenswerthesten von *Ramón y Cajal* mit der *Golgi*'schen Methode bei der Eidechse (*Lacerta agilis*) gewonnen wurden. Ausserdem sind die Beobachtungen von *Stieda* an Karminpräparaten von Schildkröten und die von *Schaffer* mit Hilfe der *Weigert*'schen Methode bei *Anguis fragilis* und einer Schlange (*Tropidonotus natrix*) erwähnenswerth. Ich selbst habe Karminpräparate einer Schildkröte und eines *Python* und *Weigert*'sche Färbungen der grossen *Lacerta ocellata* untersucht.

Legen wir ein Karminpräparat der näheren Beschreibung zu Grund (Fig. 440), so ergiebt sich, dass bei Reptilien die wesentlichsten Verhältnisse der *Ecaudata* wiederkehren und dass namentlich die Gruppe der lateralen Ventralhornzellen den Fischtypus zeigt, sowohl was die Form und Grösse und auch die Lagerung der betreffenden Zellen betrifft, sowie dass auch die centrale graue Substanz einen bedeutenden Raum einnimmt, während doch die Hörner selbst gut entwickelt

sind und namentlich auch, zum ersten Male, wie es scheint, eine deutliche und mächtige *Substantia gelatinosa* auftritt. Beachtung verdient ferner a) das Vorkommen zweier starker Bündel von Längsfasern an der dorsalen Seite der Ventralstränge zwischen dem Centralkanale und der *Commissura alba* bei *Lacerta agilis* (*R. Cajal* Fig. 11) und *Lacerta ocellata* (*ich*), von welchen Bündeln die Blindschleiche (*Schaffer* Fig. 1—4) nur ganz schwache Andeutungen zeigt, während dieselben bei der Natter, der Schildkröte und bei *Python* ganz fehlen, und b) das Auftreten von zwei dorsalen Längsbündeln im cervicalen und caudalen Theile des Markes bei *Lacerta* (*Giuliani* pag. 150, Fig. 1, 3, 4).

Bezüglich auf den feineren Bau so ergeben die Untersuchungen von *R. Cajal* eine solche Uebereinstimmung einerseits mit den *Ecaudata*, andererseits mit den Vögeln und Säugern, dass von einer genaueren Schilderung ganz Umgang genommen werden kann und nur folgendes hervorzuheben ist. Die Theilungen der sensiblen Wurzeln, das Vorkommen und die Verbreitung der Collateralen scheinen wie überall sich zu gestalten, doch ist über die letzteren bisher nur wenig bekannt. Dagegen findet sich der circummedullaere Plexus von Dendriten wie beim Frosche (*Ramón y Cajal* Fig. 11), ferner Kreuzungen von Dendriten in der *Commissura alba* und *grisea*. Auch die Zellen, soweit dieselben verfolgt sind, zeigen Bekanntes und so lässt sich wohl mit grosser Wahrscheinlichkeit behaupten, dass der Bauplan des Markes der Reptilien im Wesentlichen mit dem der *Ecaudata* übereinstimmt und auch von demjenigen der höheren Wirbelthiere nur in Nebensächlichem abweicht.

Fig. 440.

Die nach *Weigert* gefärbten Präparate dienen zur Unterstützung und Erweiterung des von *Cajal* Gefundenen und lässt sich besonders aus den von *Schaffer* bei der Natter und von *mir* bei *Lacerta ocellata* erhaltenen Bildern schliessen, dass die Collateralen sich ebenso verhalten wie beim Frosche und selbst bei Säugern, in welcher Beziehung eine Vergleichung der Fig. 6 von *Schaffer* mit meinen Fig. 385, 386, 387 von *Golgi*'schen Präparaten von Säugern und

Fig. 440. Halsmark von *Testudo spec.* quer. *Diam. transversus* 2,56 mm., *Diam. dorso-ventralis* 1,48 mm.

vom Menschen besonders lehrreich ist. Hätte *Schaffer* seine verdienstlichen Untersuchungen auf Embryonen ausgedehnt und hier der *Golgi*'schen Methode sich bedient, so hätte er sich sicherlich überzeugt, dass gewisse seiner Schlussfolgerungen unmöglich aufrecht zu halten sind, wie die Annahme von Fasern, die vom Seitenstrange zum gekreuzten Ventralstrange ziehen und die eines gekreuzten Ursprunges der ventralen Wurzeln u. a. m.

Die Neuroglia zeigt nach *Ramón y Cajal* einmal lange Ependymfasern von embryonalem Typus und ausserdem auch *Golgi*'sche Zellen in der weissen Substanz (Fig. 12).

Litteratur der Reptilien. *Giuliani*, Sulla struttura del midollo spinale della *Lacerta viridis*. Ricerche fatte nel Labor. di Anat. di Roma Vol. II 1878; *J. Grimm*, Ueber das Rückenmark von *Vipera berus* in *Reichert* u. *du Bois-Reymond*'s Archiv 1864; *C. Lüderitz*, Ueb. d. Rückenmarkssegment in Arch. f. Anat. u. Entw. 1881 S. 423 Taf. XVIII (Mark v. *Coluber natrix* Fig. 1, 2, 3); *Rabl-Rückhard*, Das Centralnervensystem d. Alligators in Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 30, 1878 S. 340; *Ramón y Cajal*, La médula espinal de los reptiles in Pequennas contrib. 1891 S. 43; *K. Schaffer*, Vgl. anat. Unters. über Rückenmarkfaserung. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 38 (Blindschleiche, Ringelnatter); *L. Stieda*, Ueb. d. centr. Nervensyst. d. Schildkröte in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 25, 1875.

D. Rückenmark der Vögel.

Das Mark der Vögel ist in seinen gröberen Verhältnissen und in dem, was ohne die neuern Methoden von seinem feineren Baue zu ermitteln war, durch *Metzler* und *Stieda* gut bekannt, es sind jedoch die Abweichungen von dem, was die Reptilien und Säuger zeigen, so geringfügig, dass auf dieselben nicht näher eingegangen zu werden braucht. Das Eigenthümlichste ist eine sehr bedeutende Entwicklung der centralen grauen Substanz und ein Zurücktreten der Dorsalhörner, ferner das Vorkommen einer mächtigen dorsalen Einbuchtung, dem fälschlich sogenannten *Sinus rhomboidalis*, in der Lendengegend (*N. Guillot, Metzler, Stieda*), die von einer von *Leydig* als gallertiger Bindesubstanz aufgefassten Masse eingenommen wird. Nach *Duval* besteht übrigens dieses Gewebe aus blasigen Zellen, die Abkömmlinge der Elemente des Medullarrohres sind und weder histologisch noch embryologisch mit der Pia zusammengehören. Ueber den feinsten Bau des Markes der Vögel haben erst die neuesten Untersuchungen mit der *Golgi*'schen Methode besonders durch *Cajal* nähere Aufschlüsse geliefert, über die nicht weiter zu berichten ist, da dieselben die nämlichen Verhältnisse ergeben haben, wie bei den Säugethieren und verweise ich daher nur auf die in dieser Beziehung vorliegenden Abbildungen und Beschreibungen, die schon bei Besprechung des Markes der Säugethiere verwerthet wurden.

Da bis anhin noch keine Abbildung des Markes eines Vogels nach der *Weigert*'schen Methode vorliegt, so gebe ich in Fig. 441 eine solche von dem caudalen Theile der Halsanschwellung der Taube und bemerke über dieselbe folgendes: Die graue Substanz zeigt vier Hauptkerne von Nervenzellen 1. einen lateralen ventralen sehr grossen Kern mit grossen Zellen, der wesentlich mit den motorischen Wurzeln in Verbindung ist, 2. einen kleinen medialen ventralen Kern mit kleineren Zellen an der lateralen Seite der ventralen Kreuzungskommissur, 3. einen mittleren grösseren Kern an der medialen Seite der vorspringenden Ecke des Seitenstranges in der Höhe

des Centralkanales und 4. die *Clarke*'schen Säulen an der lateralen ventralen Seite der Spitzen des Dorsalstranges mit mittelgrossen Zellen. Im übrigen ist die graue Substanz eben so reich an gröberen, feinen und feinsten markhaltigen Fasern, wie diejenige der Säuger, und unterscheidet man mit Leichtigkeit ausser den motorischen Wurzelfasern die aus allen Strängen in dieselbe eintretenden Collateralen, ferner die reichen feinen Fasergeflechte in den *Clarke*schen Säulen und in den andern Nervenkernen. Von Kommissuren ist die ventrale Kreuzungskommissur ungemein deutlich und stark, eine dorsale Kommissur dagegen nur in nächster Nähe der Dorsalstränge und sehr schwach angedeutet. Eine eigenthümliche Bildung, die beim Huhne zu fehlen scheint, ist ein kleines Feld an der Oberfläche des Seitenstranges, in dem eine gewisse Zahl

Fig. 441.

feinster, longitudinal, schief und horizontal verlaufender markhaltiger Nervenfasern sich finden, die an den circummedullären Plexus der niedern Wirbelthiere erinnern.

Litteratur der Vögel. *M. Duval*, Rech. s. le sinus rhomboidal des oiseaux in Journ. de l'Anat. 1877 p. 1, 4 Tafeln; *Metzler*, De medullae spinalis avium textura. Dorpati 1855, Diss.; *L. Stieda*, Stud. über das centrale Nervensystem der Vögel und Säugethiere in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 19, 1869 (Huhn, Maus). Die ältere Litteratur bei *Stieda*, die neueste oben § 127.

E. Rückenmark der Säugethiere.

Es wäre unstreitig von hohem Interesse, das Rückenmark der Säugethiere genauer zu untersuchen, indem schon aus dem Wenigen, was bis jetzt bekannt

Fig. 441. Querschnitt des Rückenmarkes der Taube nach *Weigert*. Die sehr zahlreichen Fasern verhalten sich wesentlich ebenso wie bei den Säugern und zerfallen in Collateralen aller Stränge, in Strangfasern und motorische Wurzelfasern. Natürliche Grösse 4,1 : 2,8 mm.

ist, sich ungeahnte Verschiedenheiten von dem menschlichen Typus ergeben, doch sind wir leider noch in den allerersten Stadien dieser Forschungen. Die wichtigste bis jetzt ermittelte Thatsache ist der von *Stieda* zuerst und dann durch *v. Lenhossek* gelieferte Nachweis, dass bei der Maus nur Eine Pyramidenbahn sich findet und dass diese in den Dorsalsträngen an der ventralen Spitze derselben verläuft. Ferner ist die von *v. Lenhossek* bei der Maus und von *mir* beim Hunde gefundene Lage der *Clarke*'schen Säulen an der ventralen Seite der Dorsalstränge bemerkenswerth, mit der zugleich beim Hunde eine Vereinigung der *Substantiæ gelatinosæ* oder eine Verschmelzung derselben zwischen den *Clarke*'schen Säulen und den Dorsalsträngen vergesellschaftet war (S. 87). Weiter mache ich auf die sorgfältigen Untersuchungen *Waldeyer*'s über das Gorillamark und auf *Kaiser*'s Beobachtungen über das Halsmark aufmerksam, aus denen mannigfache Eigenthümlichkeiten des Markes der Säuger gegenüber demjenigen des Menschen sich ergeben, die vorläufig sich nicht deuten lassen. Von Werth sind auch die Untersuchungen von *Lüderitz* über das Mark des Kaninchens und die segmentale Anordnung seiner Theile. Beachtung verdient von seinen Angaben die, dass die grossen multipolaren Zellen der Ventralhörner in den langen Segmenten des Dorsaltheiles mit ihrem grössten Durchmesser der Länge nach gerichtet sind, während dieselben in den kürzeren Abschnitten der Hals- und Lendenanschwellung sternförmig sind, was nach *Lüderitz* auch beim Menschen zutrifft.

Bei weiteren Untersuchungen wird es sich vor allem empfehlen, wie *v. Lenhossek* dies zuerst betonte, die Entwicklung der Fasersysteme des Markes im Sinne von *Flechsig* zu untersuchen, was am besten an der Hand der *Golgi*'schen und *Weigert*'schen Methode geschehen wird, wie dies bereits früher (S. 71) auseinandergesetzt wurde. Ferner wird für die Ermittlung des Faserverlaufes, wie bisher, eine sorgfältige Bearbeitung des Markes verschiedener Typen unter Anwendung der *Golgi*'schen Methode und von Experimenten obenan zu stellen sein und kann erwähnt werden, dass die *Golgi*'sche Methode schon jetzt eine Reihe Eigenthümlichkeiten aufgedeckt hat, von denen ich nur das verschiedene Verhalten der Collateralen der motorischen Wurzelfasern (S. 89), die wechselnden Formen der grauen Kommissur (S. 86), der Collateralen der nervösen Fortsätze der Strangzellen (S. 96), der Enden der nervösen Fortsätze dieser Zellen und der Dendriten besonders in der Nähe der Kommissuren hier aufzähle, um zu zeigen, dass hier noch viel zu ermitteln und genauer festzusetzen ist.

Litteratur der Säugethiere. *E. Bochmann*, Beitrag zur Histologie des Rückenmarks. Dorpat 1860, Diss.; *Cunningham*, The spinal nervous system of the porpoise and dolphin. Journal of Anatomy and Phys. XI; *O. Kaiser*, Die Funktionen der Ganglienzellen des Halsmarkes, Haag 1891; *v. Lenhossek*, Untersuchungen über das Rückenmark der Maus in Archiv für mikroskop. Anatomie 1889, Bd. XXXIII S. 71; *C. Lüderitz*, in Archiv für Anatomie und Entw. 1881; *Schiefferdecker*, Beitr. z. Kenntn. d. Faserverlaufes im Rückenmarke in Arch. f. mikr. Anatomie Bd. X 1874 (Hund); *L. Stieda*, Die bei den Vögeln und Amphibien citirten Arbeiten; *Waldeyer*, Das Gorilla-Rückenmark. Berlin 1889; *Zincone*, Nota su alc. particolarità del midollo spinale del bue, Note anatomiche Napoli 1877.

§ 131.

Medulla oblongata. Indem hier die *Medulla oblongata* in gewohnter Weise vom Beginne der Pyramidenkreuzung bis zum *Pons* gerechnet wird, soll

keineswegs behauptet werden, dass im *Pons* mit einem Male ein ganz durchgreifender Wechsel der Verhältnisse beginne, vielmehr ist sicher, dass auch hier graue und weisse Substanz sich findet, die entschieden dem Typus der *Medulla oblongata* folgt, nichts destoweniger erscheint eine Trennung gerechtfertigt, indem die Querfasern der Brücke mit der in derselben gelegenen grauen Substanz doch eine wesentliche Aenderung im Baue dieser Theile bewirken.

Die *Medulla oblongata* ist zwar die unmittelbare Fortsetzung der *Medulla spinalis* und anfänglich scheinbar wenig erheblich von den obersten Theilen dieser verschieden, immerhin zeichnet sich dieselbe auch für die oberflächliche Beobachtung dadurch aus: 1. dass in ihr graue Substanz sich findet, die auf keinen Fall in einer unmittelbaren Beziehung zu den austretenden Nerven steht, wie in den Oliven, Nebenoliven, den Pyramidenkernen u. s. w., 2. dass massenhaft horizontal und schief aufsteigende Fasersysteme in ihr vorkommen, welche einem guten Theile nach sich kreuzen, und 3. dass Beziehungen zu anderen Hirntheilen vor allem dem kleinen Gehirne durch besondere Faserabtheilungen sich finden. Die feinere Untersuchung ergiebt, dass wahrscheinlich noch andere Unterschiede vorkommen, vor allem der, dass viele Fasern der Rückenmarksstränge in ihren grauen Massen ihr Ende erreichen, von welchen dann neue Systeme leitender Fasern zu höheren Theilen sich begeben.

Behufs einer klaren Darstellung der verwickelten Verhältnisse der *Medulla oblongata* ist es das Zweckmässigste, zuerst einfach die Vertheilung und das Verhalten der grauen und weissen Substanz in derselben zu schildern und dann erst die wahrscheinlichen Beziehungen beider zu einander zu besprechen.

Zu dem Ende theilen wir diesen Hirntheil in zwei Unterabschnitte, von denen der erste die Pyramidenkreuzung und den Anfang der Schleifenkreuzung umfasst und bis zum Anfang der Olive sich erstreckt, während der zweite von hier bis zur Brücke reicht und den *Calamus scriptorius* oder die Gegend, wo der Centralkanal sich öffnet und die Gesammtmasse der Olive und ihre Nebenkerne enthält.

§ 132.

Gegend der Pyramidenkreuzung und Anfang der Schleifenkreuzung. Um die Eigenthümlichkeiten dieser Gegend deutlich zu machen, ist es am besten, in besonderen Querschnitten erst die Pyramidenkreuzung und dann die Schleifenkreuzung darzustellen.

A. Pyramidenkreuzung.

Fig. 442 stellt einen Schnitt durch den Anfang der Pyramidenkreuzung dar in einer Gegend, in welcher noch die beiden Wurzeln des *N. cervicalis* I vorhanden sind. In der grauen Substanz sind die Ventralhörner noch gut entwickelt und besitzen Andeutungen einer seitlichen Ausbuchtung. Sehr mächtig ist scheinbar die *Substantia gelatinosa centralis*, die hier einen offenen Centralkanal enthält, doch finden sich in derselben zu beiden Seiten des Centralkanales und dorsalwärts davon längs des Seitenstranges bis zum Anfange

des Dorsalhornes grössere Nervenzellen, die ich wie *Obersteiner* (Fig. 110, 111) noch als den ventralen angehörig betrachte, obschon dieselben, die neben dem Centralkanale einen mehr rundlichen Haufen bilden, durch die Bündel der Pyramidenkreuzung von den übrigen Theilen des Ventralhornes mehr weniger abgeschnitten sind. Ferner enthält die hinter dem Centralkanale gelegene Substanz eine grosse Anzahl longitudinal, schief und an den Spitzen der Dorsalstränge auch transversal verlaufender feinster Nervenfasern. Sehr eigenthümlich sind die Dorsalhörner. Einmal sind dieselben mehr zur Seite gerückt, so dass ihre Enden viel weiter von einander abstehen, als die Ventralhörner und dann bestehen dieselben nur aus einem langen, schmalen, lateralwärts gebogenen Halse und einem stark verbreiterten Apex, der ganz und gar von der *Substantia gelatinosa* gebildet wird und häufig wie an der lateralen Seite des Halses ansitzt oder wenigstens an dieser Seite entwickelter ist.

Fig. 442.

Von den Wurzeln treten beide ganz von der Seite in die graue Substanz ein. Den dorsalen Wurzeln ist eigenthümlich, dass ein Theil derselben schon beim Eintritte in das Mark innerhalb der Randzone sich verliert, ein anderer und zwar der mediale Theil als kompaktes Bündel durch die Mitte oder den medialen Theil der gelatinösen Substanz verläuft und da erst, in den Dorsalstrang eintretend, sich auflöst. An beiden Orten finden unzweifelhaft Theilungen der Wurzelfasern statt, wie sie vom Marke beschrieben wurden, und von diesen gehen feine Collateralen ab, wie sie in der *Substantia gelatinosa* um die gröberen Wurzelbündel herum sich finden und im Halse des Dorsalhornes allein noch vorkommen. Die letzteren Collateralen, die früher für unmittelbare Fortsetzungen der Wurzelfasern gehalten wurden (*Obersteiner* Fig. 110), verstärken sich in ihrem Verlaufe nach vorn durch Collateralen, die aus den ventralen Theilen der Dorsalstränge austreten und enden dann theils in dem Zellenkerne neben dem Centralkanale, theils erstrecken sie sich, die Pyramidenfaserung kreuzend, bogenförmig in alle Theile des Ventralhornes.

An diesen Schnitten ist häufig auch der Accessorius sichtbar, der von der Seite leicht schief ventralwärts geneigt durch den Seitenstrang tritt, hierauf am dorsalen Rande des Seitenhorns verläuft und endlich, wie ich schon vor Jahren nachgewiesen, nach der Ventralseite umbiegend, zu lateralen Zellen des eigentlichen Ventralhorns gelangt.

Fig. 442. Querschnitt durch die *Medulla oblongata* des Menschen am Anfange der Pyramidenkreuzung. Vergr. 6 : 1. *Weigert.*

Die in den Pyramiden sich kreuzenden Fasern kommen tief aus den Seitensträngen heraus, bestehen aus feineren Elementen und sind selten an einem Schnitte auf beiden Seiten gleich mächtig. Da wo sie den Seitenstrang verlassen, ist derselbe wie zerklüftet und bilden die horizontal und schief aufsteigenden Pyramidenbündel und die in einzelne Fascikel getheilten Längsfasern des Seitenstranges eine zierliche, netzförmige Bildung, den sog. *Tractus intermedio-lateralis* von *Clarke* oder die *Formatio reticularis* von *Deiters.* Durch die sich kreuzenden Fasern der Seitenstränge wird allmählich ein neues Element in die Ventralstränge eingeführt, welches mit denen der ventralen Pyramidenbahn sich mischt und die übrigen Elemente der Ventralstränge,

Fig. 443.

die sogenannten Ventralstranggrundbündel, auf die laterale Seite drängt. Die Ventralstränge als Ganzes sind im Anfange der Pyramidenkreuzung klein, dagegen sind die Seitenstränge und vor allem die dorsalen Stränge sehr mächtig.

Eine *Commissura alba* kommt auch in dieser Gegend noch vor, doch wird das Verhalten derselben durch die sich kreuzenden Pyramidenbündel so verdeckt, dass beim Erwachsenen über ihr Verhalten nichts auszusagen ist. Dagegen erhält man bei älteren Embryonen, so lange als die Pyramidenfasern

Fig. 443. Unterster Theil der *Medulla oblongata* eines achtmonatl. menschl. Embryo (Nr. 7) nach *Pal*, 14mal vergrössert. *XI* Accessorius, *XI'* Accessoriuskern, *CI* Cervicalis I, *Gr Fasciculus gracilis* mit Kern, *C Fasciculus cuneatus*, *C'* markhaltige vom *Cuneatus* in das Ventralhorn ausstrahlende Collateralen, *Sg Subst. gelatinosa*, *Ca Comm. alba*, *P* Pyramidenbündel marklos, *P'* Bündel der Pyramidenseitenstrangbahn quer und schief getroffen, noch marklos, von zahlreichen markhaltigen longitudinalen und horizontal verlaufenden Fasern durchzogen, *VG* Ventralstranggrundbündel.

noch marklos sind, bestimmte Anschauungen über die Stärke derselben und verweise ich in dieser Beziehung auf die Fig. 443, die einen Querschnitt in der Gegend der schon gut entwickelten Pyramidenkreuzung von einem acht Monate alten Embryo darstellt. Alle Pyramidenbündel sind in diesem Alter noch marklos und erscheinen bei *P* der Länge nach, bei *P′* quer und schief getroffen, wie sie aus der Pyramidenseitenstrangbahn sich entwickeln. Von den im Grunde der ventralen Spalte sich kreuzenden Fasern derselben unterscheiden sich deutlich die mit den Ventralstrangbündeln *Vg* zusammenhängenden dunkelrandigen Fasern der *Commissura alba*, die in das Ventralhorn ausstrahlen in die Gegend von zwei Zellenhaufen, in welchen einmal der *Cervicalis* I *(CI)* und dann der *Accessorius (XI′)* entspringt, dessen Wurzeln bei *XI* unter rechtem Winkel sich umbiegen und durch eine dunkle Stelle des Seitenstranges, die zur Kleinhirnbahn gehört, austreten. Marklos sind an diesem Schnitte noch die ventrale Pyramidenbahn und ein an die *Substantia gelatinosa (Sg)* angrenzendes grosses Feld, das ich zur lateralen Pyramidenbahn zähle. Markhaltig dagegen die *Fasciculi graciles* und *cuneati (Gr, C)* und viele aus den letzteren gegen das ventrale Horn ausstrahlende Fasern *(C′)*, in denen ich die Fortsetzung oder besser gesagt, das letzte Ende der Dorsalstrangcollateralen des Markes erblicke.

Fig. 444.

Ebenso finden sich in der grauen Substanz der Ventralhörner die aus den benachbarten Strängen in sie einstrahlenden feineren und gröberen Nervenfasern, wie im Marke, bei dem schon das Nöthige über deren Bedeutung von Collateralen und nervösen Fortsätzen angemerkt wurde.

Eine sogenannte aufsteigende Trigeminuswurzel, die neuere Autoren schon in diesem Theile der *Medulla oblongata* annehmen, findet sich hier noch nicht, wie später gezeigt werden soll.

Eine voll entwickelte Pyramidenkreuzung ist in der Fig. 444 dargestellt. Der Unterschied zwischen dieser Gegend und der in der Fig. 442 wiedergegebenen liegt darin, dass hier die sich kreuzenden Bündel aus dem gesammten Seitenstrange heraustreten und durch ihre mächtige Entwicklung sich auszeichnen. Selten sind beide sich kreuzenden Bündel in ihrem gesammten Verlaufe sichtbar, vielmehr ist in der Regel das eine in schiefem Schnitte oder im Quer-

Fig. 444. Querschnitt der *Medulla oblongata* des Menschen mit gutentwickelter Pyramidenkreuzung. Vergrösserung 6 : 1. *Weigert*'sches Präparat. Aus derselben Serie wie Fig. 442.

schnitte zu sehen und das andere in der Längsansicht. Auf der Seite dieses Bündels ist dann das ventrale Horn von der übrigen grauen Substanz ganz abgetrennt und ebenso die *Substantia centralis grisea* bis zum Centralkanale verdrängt, während auf der andern Seite die beiden Hörner zusammenhängen. Vom Dorsalhorne ist an diesen Schnitten der Kopf sehr entwickelt aber ganz seitlich am Ende des Halses gelegen.

B. Gegend der Schleifenkreuzung.

Ich beginne mit der Schilderung einer Gegend, in welcher diese Kreuzung bereits sehr schön entwickelt ist und verfolge dieselbe später bis zu ihrem ersten Auftreten.

p
ccp
c
gr

Fig. 445.

In Fig. 445 ist das cerebrale Ende des ersten Abschnittes der *Medulla oblongata* dargestellt, über welchem sofort die Olive beginnt und welche schon den medialen Olivennebenkern oder den grossen Pyramidenkern von *Stilling* enthält. Betrachtet man einen solchen Schnitt bei kleiner Vergrösserung an einem nach *Weigert* gefärbten Präparate, so fällt vor allem

Fig. 445. Querschnitt der *Medulla oblongata* des Menschen in der Gegend der Schleifenkreuzung. Karminpräparat Nr. 230 der Serie, vergr. *gr Fasciculus gracilis* mit Kern; *c Fasc. cuneatus* mit dem Kern; *ccp Caput cornus posterioris*. Um den Centralkanal herum die centrale graue Substanz. Zu beiden Seiten die bogenförmigen Schleifenfasern, die schon eine Art Raphe an der Dorsalseite der Pyramiden *p* bilden.

die mächtige Entwicklung der grauen Substanz auf, die allerdings nur um den Centralkanal herum und in der *Substantia gelatinosa* oder dem *Caput cornus posterioris*, wie man sich ausdrückt, mehr rein auftritt, dafür aber sowohl im Seitenstrange und im zarten und Keilstrange mächtige Kerne bildet, als auch in dem grossen Raume zwischen den Pyramiden und den früheren Dorsalsträngen reichlich entwickelt ist. Diesen Verhältnissen entsprechend hat auch die weisse Substanz manche Aenderungen erfahren und sind deren longitudinale Elemente ganz anders vertheilt als früher.

Bei der genauen Beschreibung beginne ich mit dem zarten Strange und dem Keilstrange. Während in der Gegend des Beginnes der Pyramidenkreuzung diese Stränge zusammen als Dorsalstrang eine mächtige, zusammenhängende Masse longitudinal verlaufender Fasern darstellen, die besonders im *Diameter antero-posterior* entwickelt ist, sind dieselben jetzt in ihren longitudinalen Elementen verarmt und stellen zusammen eine zwar breite, aber wenig tiefe Masse dar. Im zarten Strange verschwinden die Längsfasern im Innern nach und nach und finden sich zuletzt zusammenhängende solche Elemente nur noch in einem schmalen Saume am medialen und dorsalen Umfange der annähernd trapezförmig oder dreieckig erscheinenden Stränge, während der ganze übrige Theil und besonders das Innere von grauer Substanz und Unmassen feinster Nervenfasern eingenommen wird. Etwas abweichend verhält sich der Keilstrang. Hier bilden die Längszüge eine halbmond- oder becherförmige Figur mit ventralwärts vorspringenden Ecken und in der Aushöhlung dieses weissen Stranges sitzt ein birnförmiger oder rundlich dreieckiger, grauer Kern, der denselben nach der Ventralseite zu besonders lateralwärts überragt. Auch dieser Kern ist wesentlich wie derjenige des *F. gracilis* gebaut, doch bieten beide gewisse Verschiedenheiten dar. Der Kern der *Fasciculus gracilis* zeigt eine mehr gleichmässige Vertheilung der Nervenfasern und Nervenzellen, mit andern Worten einen lockereren Bau, während im *F. cuneatus* die Zellen gedrängter stehen, mehr rundliche Massen bilden und von stärkeren Zügen von Nervenfasern umgeben sind, so dass das Ganze mehr den Eindruck von selbstständigen Ganglienmassen macht. In diesem Strange kommen auch in den oberflächlichen Gegenden isolirte, zwischen die Längsfasern eingesprengte Zellenhaufen vor (hierher der äussere Kern des Keilstranges von *Kahler* und von *Obersteiner*, bei diesem Fig. 113 *Nce*) und zieht sich auch lateralwärts die gangliöse Masse mit Zacken in die längsfaserige Rinde hinein.

Seitlich von diesen Kernen sitzt in der Höhe des Centralkanales und der *Substantia grisea centralis* eine dritte Ansammlung grauer Substanz, die, wie eine Vergleichung mit tieferen Schnitten lehrt, nichts anderes ist als eine Umbildung des früheren am meisten dorsalwärts gelegenen Theiles der Dorsalhörner oder des *Caput cornus posterioris* von *Clarke*. Diese graue Masse *ccp* bildet einen verhältnissmässig sehr grossen, rundlichen oder rundlich birnförmigen, stellenweise wie gelappten, helleren Körper, der, in dem nun ebenfalls deutlich werdenden *Fasciculus lateralis* gelegen, der Oberfläche sehr nahe kommt und *Rolando* zur Aufstellung seines *Tuberculum cinereum* (*Tub. Rolandoi* der Neueren) Veranlassung gegeben hat. Dieser Kopf des Dorsalhornes zeigt eine gewisse Zahl grösserer und kleinerer Nervenzellen und viel Neuroglia, die ihm dasselbe Ansehen wie der früheren *Substantia gelatinosa* giebt, als deren

Fortsetzung er jedoch nicht allein zu betrachten ist, ferner zahlreiche longitudinale und quere Nervenfasern der feineren und feinsten Art. Die ersteren finden sich theils an der Oberfläche dieser grauen Masse, theils an ihrer medialen Seite, die ohne scharfe Grenze in die *Formatio reticularis* übergeht, während die queren Elemente als stärkere Streifen im Innern und als äussere Begrenzungen sowohl am ventralen als am dorsalen Rande derselben sich finden. Von diesen Elementen gehören die ersteren z. Th. noch den proximalsten Wurzeln des *Accessorius spinalis* an, im Allgemeinen sind diese horizontalen Elemente jedoch z. Th. den Schleifenfasern zuzurechnen, von denen noch weiter die Rede sein wird, z. Th. der spinalen oder sensiblen Trigeminuswurzel (der aufsteigenden Wurzel der Autoren), welche in Gestalt eines schmalen, überall gleich breiten Zuges feiner, longitudinaler Nervenfasern an der lateralen Seite des Kopfes des Dorsalhornes sich findet und allerwärts horizontal umbiegende Fasern in denselben abgiebt. Wie gleich hier bemerkt werden kann, lehren versilberte Präparate von Embryonen, dass die Trigeminusfasern mit freien, verästelten Ausläufern im *Caput cornus posterioris* dieser Gegend enden, welches daher von nun an als Endkern des Trigeminus bezeichnet werden kann.

Gehen wir weiter nach der Ventralseite der Querschnitte, so finden wir einmal eine mächtige, zusammenhängende Lage grauer Substanz um den Centralkanal herum, die seitlich ohne schärfere Abgrenzung mit den Endkernen des Trigeminus und dorsalwärts mit dem *Nucleus cuneatus* und *gracilis* zusammenhängt. An diese *Substantia grisea centralis* grenzt dann ventralwärts einmal eine schmale, lange, schief stehende Zone von grauer Substanz, die mediale Nebenolive oder der grosse Pyramidenkern, welcher Kern in genau derselben Gegend auftritt, in welcher weiter caudalwärts der Rest des Ventralhornes sich findet. (Einen Theil dieses Kernes hat *Obersteiner* als Kern des Vorderstranges bezeichnet, Figg. 112, 113, 114 *Nfa.*) Seitlich davon findet sich eine ausgebreitete, mehr diffuse, graue Lage, die z. Th. ein Rest des früheren lateralen Theiles des Ventralhornes ist, z. Th. eine neue Bildung, den Kern des Seitenstranges, *Nucleus lateralis*, darstellt. Als Ganzes aufgefasst bildet so die graue Substanz einen Centralstrang mit je vier oder fünf Ausstrahlungen (Fig. 445): 1. dem weit dorsalwärts reichenden *Nucleus gracilis*, 2. dem tiefer gelegenen *Nucleus cuneatus*, 3. dem grossen, oberflächlich im *Fasciculus lateralis* gelagerten Endkerne des *Trigeminus* oder dem *Caput cornus posterioris*, 4. dem grossen, mehr diffusen *Nucleus lateralis* und 5. dem schmalen *Cornu ventrale* oder höher dem grossen Pyramidenkern, welche beide letzteren zwischen den Pyramiden und dem *Caput cornus posterioris* ihre Lage haben.

Die Nervenzellen um den Centralkanal herum sind von verschiedener Grösse. Kleinere stehen dorsalwärts davon, etwas grössere an dessen Seite, welche als Kerne des *Accessorius* anzusehen sind. Im Seitenstrange *s* findet sich einmal eine Ansammlung grösserer Zellen im dorsalen medialen Theile desselben, dicht ventral vom *Accessorius*, die ich seiner Zeit allein als Kerne der Seitenstränge bezeichnete (5. Aufl., S. 284, Fig. 197 *g*), und zweitens kommen zahlreiche kleinere, mehr zerstreute Zellen (l. c. *k*.) weiter nach der Ventralseite zu an der lateralen Seite des Ventralhornes vor. Alle diese Zellen finden sich in der Gegend der schon früher erwähnten *Formatio reticularis* von *Deiters*.

Von grauer Substanz sind endlich noch zu erwähnen die gleichzeitig mit den grossen Pyramidenkernen auftretenden ventralen Pyramidenkerne oder die *Nuclei arcuati s. arciformes*, von denen in den nächsten §§ weiter die Rede sein soll.

Von weisser Substanz oder Nervenfasern finden sich in der ventralen Hälfte dieser Gegend der *Medulla oblongata*: I. longitudinale Elemente, und zwar: 1. die Pyramiden als mächtige Massen longitudinal verlaufender, 2,0—6,0 μ breiter Fasern, unter denen immer noch einzelne schiefe Züge sich finden; 2. der Rest des Seitenstranges zwischen dem *Caput cornus posterioris* und dem Reste des Ventralhornes oder dem grossen Pyramidenkerne; 3. viele kleine Bündel im Endkerne des *Trigeminus* und in der *Formatio reticularis;* 4. das Ventralstranggrundbündel, welches an der medialen Seite des Ventralhornes oder dem dasselbe fortsetzenden grossen Pyramidenkerne zwischen demselben und den Pyramiden ein schmales Feld darstellt.

II. Transversale oder horizontale Fasern. Hier sind in erster Linie die Fasern der Schleifenkreuzung (obere oder sensible Pyramidenkreuzung, *Fibrae arcuatae s. arciformes internae*, innere Bogenfasern), zu erwähnen, mit welchem Namen centripetal leitende Elemente bezeichnet werden, die höher oben in der Brücke und im *Pedunculus cerebri* in die mediale Schleife der Haube (*Lemniscus*) übergehen und eine gekreuzte Wirkung der sensiblen Elemente bedingen.

In den Gegenden, in denen diese Schleifenfasern zuerst vollkommener ausgeprägt erscheinen, sieht man aus dem *Nucleus gracilis* und *cuneatus* eine Menge gröberer und feinerer Nervenbündel austreten, die in bogenförmigem, lateral- und ventralwärts gerichtetem Verlaufe den Centralkanal umkreisen, an der Ventralseite desselben sich kreuzen und dann zu longitudinal verlaufenden Elementen sich gestalten, die wir höher oben an der Dorsalseite der Pyramiden und zwischen den Oliven als eine besondere Lage, die Olivenzwischenschicht oder Schleifenschicht, wiederfinden werden. Diese Schleifenkreuzung erscheint in Gegenden, in denen die Pyramidenkreuzung ganz vollendet ist, im Grunde der ventralen Spalte ungefähr in ähnlicher Weise wie diese, und bedingt auch unregelmässige Leisten- oder Zapfenbildungen, in der auch die Schleifenbündel z. Th. grössere Abtheilungen bilden und unregelmässig sich kreuzen. Diese Kreuzungen stellen, noch bevor die Olive auftritt, in der sagittalen Medianebene wie eine besondere Platte dar, den Vorläufer der weiter oben vorhandenen *Raphe*, eine Bildung, die vom Grunde der ventralen Spalte bis zum Centralkanale reicht und aus den unter verschiedenen schiefen Richtungen sich kreuzenden Schleifenbündeln besteht.

Nachdem im Vorhergehenden die Schleifenkreuzung aus einer Gegend beschrieben wurde, wo sie gut entwickelt und die Pyramidenkreuzung längst vollendet ist, gebe ich nun in der Fig. 446 noch ein Bild von dem ersten Auftreten derselben. In diesem Schnitte ist die Pyramidenkreuzung (*dp*) noch in vollem Gange und bedingt einen zapfenförmigen Vorsprung im Grunde der ventralen Spalte des Markes. Die Pyramiden *p* sind noch klein und bestehen wesentlich aus der Pyramidenventralstrangbahn, während die Ventralstranggrundbündel *vg*

zur Seite derselben und neben dem Reste des Ventralhornes *vh* sichtbar sind. An der dorsalen Seite zeigen sich an diesem Schnitte der Kern des *Fasciculus gracilis* (*gr*), derjenige des *Cuneatus* (*c*) und der Endkern des *Trigeminus* (*g*) und aus den beiden ersten Kernen entwickeln sich bogenförmige Schleifenfasern, welche, nachdem sie die *Substantia grisea centralis* umkreist haben, an der ventralen Seite derselben sich kreuzen und ohne schärfere Abgrenzung den dorsalsten Theilen der Pyramidenkreuzung sich anschliessen.

Fig. 446.

Geht man noch weiter distalwärts, so ergiebt sich, dass die ersten an der Schleifenkreuzung betheiligten Fasern aus dem *Nucleus fasc. gracilis* austreten und erst später aus dem *Nucleus fasc. cuneati.* Ausserdem gesellen sich später zu denselben noch andere Fasern, wie weiter unten gezeigt werden soll.

Auch in dieser Gegend finden sich noch Andeutungen der Kommissuren des Markes, doch sind dieselben sehr verwischt und undeutlich. Eine dorsale Kommissur ist zart und scheinen deren Fasern jederseits im *Nucleus cuneatus,* zum Th. auch im *Caput cornus posterioris* zu enden. Die ventrale Kommissur ist deutlicher und besteht aus horizontalen Fasern, die wie aus dem Reste des Ventralhornes und dem grossen Pyramidenkerne, z. Th. auch aus dem *Nucleus lateralis* kommen und die Schleifenfasern kreuzend seitlich und an der ventralen Seite des Centralkanales sich verlieren.

§ 133.

Medulla oblongata vom unteren Ende der Oliven bis zur Brücke. Uebersicht der hier vorkommenden Theile.

Dieser Theil des verlängerten Markes zeigt folgendes:

Fig. 446. Querschnitt durch die *Medulla oblongata* des Menschen in der Gegend der Pyramidenkreuzung und des Beginnes der Schleifenkreuzung. Nach einem *Weigert*schen Präparate Nr. 2 von Prof. *O. Schultze.* Vergr. 6 : 1. *p* Pyramiden schon gekreuzt; *dp* Kreuzung derselben einen kegelförmigen Zapfen (*Proc. mamillaris*) darstellend; *s* Schleifenfasern, die ventrale graue Substanz umgebend und dorsalwärts von den Pyramiden sich kreuzend; *Gr Fasciculus gracilis* mit kleinem Nucleus; *c Fasciculus cuneatus* mit grossem Kerne; *g* Endkern des Quintus (*Substantia gelatinosa*); *vg* Ventralstranggrundbündel an der lateralen Seite der beiden Kreuzungen; *vh* Rest des Ventralhornes des Rückenmarks.

1. Tritt hier eine grosse Menge grauer Substanz auf, von welcher in der ventralen Hälfte die Oliven die bemerkenswerthesten sind, während im dorsalen Theile zu den ebenso wie weiter unten vorhandenen Kernen der *Fasciculi graciles* und *cuneati* die noch zu erwähnenden Kerne von Hirnnerven, ferner die Kerne des Seitenstranges und viele zerstreute Zellen sich gesellen.

2. Findet sich eine ungemeine Entwicklung der bereits im vorigen Abschnitte vorhandenen Schleifen- und inneren Bogenfasern, die nun das gesammte Innere durchziehen und auch in grosser Ausdehnung an der äusseren Oberfläche sich finden. Viele dieser Bogenfasern kreuzen sich in der Medianebene und erzeugen eine diesen Abschnitt des Nervensystems ganz besonders bezeichnende Mittelplatte, im Querschnitte die Naht, *Raphe*, genannt.

3. Erscheinen in diesem Abschnitte die Wurzeln einer Reihe von Hirnnerven, wie des XII., XI., X., IX. und VIII., welche in horizontalem oder leicht schief aufsteigendem Verlaufe

Fig. 447.

Fig. 447. Querschnitt der *Medulla oblongata* des Menschen in der Gegend des distalen Abschnittes des *Sinus rhomboidalis*. Nach einem *Weigert* von Dr. *O. Schultze*. Nr. 96. Vergrösserung 6 : 1. *Py* Pyramiden; *XX Radix hypoglossi*; *XII' Nucleus hypoglossi*; *O Oliva*; *Om Oliva medialis*; *Od Oliva dorsalis*; *ra Subst. reticularis alba, pars ventralis* (Schleifenschicht); *ra' Subst. reticularis alba, pars dorsalis* (Ventralstranggrundbündel oder *Fasciculus longitudinalis dorsalis*); *r* Raphe; *X Radix vagi*; *XI Radix accessorii*; *co* Kleinhirn-Olivenfasern; *X' Nucleus terminalis vagi*; *Fs Fasciculus solitarius* (absteigende Vago-Glossopharyngeuswurzel); *P* Ponticulus s. Ligula; *gr* Rest der *Fasciculus gracilis* mit der absteigenden Acusticuswurzel; *c* Rest des *Nucleus cuneati*; *Pc Pedunculus cerebelli*; *rgr Substantia reticularis grisea* mit den *Fibrae arcuatae internae*; *V* spinale Quintuswurzel. Zwischen ihr und den Oliven mehrere Nester grauer Substanz (*Nucleus lateralis*).

zwischen Pyramide und Olive und zwischen dieser und dem *Corpus restiforme* eintreten und zu verschieden mächtigen Ansammlungen grauer Substanz sich verfolgen lassen, die unterhalb der Rautengrube um den Centralkanal herum liegen und da wo derselbe sich öffnet, grösstentheils am Boden der Rautengrube ihren Sitz haben.

4. Durch die beiderlei horizontalen Faserbildungen, die Bogenfasern und die Wurzelbündel, zu denen noch andere, radiär verlaufende Elemente sich gesellen, werden die längsverlaufenden Nervenfasern des Innern in grosser Ausdehnung in sehr zierlicher Weise zerklüftet und in ungemein viele kleine Bündelchen zerlegt, welche Bildung in toto mit dem Namen *Formatio reticularis* belegt wird.

5. Von zusammenhängenden Längsbündeln weisser Substanz finden sich in der Gegend der Oliven folgende:

a) Theile der *Fasciculi cuneati* und *graciles*,
b) Ueberreste der Seitenstränge des Markes,
c) die Pyramiden,
d) eine die Oliven umgebende Lage feiner Elemente,
e) die in der Olivengegend sich entwickelnden *Pedunculi cerebelli*,
f) die spinale Trigeminuswurzel,
g) die spinale Wurzel des *Glossopharyngeus* und *Vagus*,
h) der *Fasciculus longitudinalis dorsalis*,
i) die absteigende Acusticuswurzel.

Im Einzelnen besprechen wir nun im Folgenden zuerst die graue Substanz.

§ 134.

Die Oliven und ihre Nebenkerne. Pyramidenkerne. Die Oliven stellen in ihrer Gesammtheit eine 16—17 mm lange an beiden Enden ganz geschlossene, in der Mitte in grosser Ausdehnung an der medialen Seite offene Kapsel von grauer Substanz dar, deren 0,33 mm dicke Wandungen überall sehr zierlich und unregelmässig gefaltet sind. Da die Olivenkapsel in dorso-ventraler Richtung abgeplattet ist, so lässt sich an derselben ein ventrales und ein dorsales Blatt unterscheiden, von welchen das erstere in der Regel kürzer ist und mehr quer verläuft, während das letztere schief dorsal und medianwärts steht und da, wo die Olive ihre grösste Entwicklung zeigt, mit seinem Ende noch in die dorsale Hälfte hineinragt. Diese Gegend entspricht ungefähr den proximalen Vagus- und den Glossopharyngeuswurzeln und bewirkt hier die Olive einen äusseren, sehr starken Vorsprung und misst an einem erhärteten Präparate im Querdurchmesser 6 mm und im *Diameter dorso ventralis* 5 mm. Am oberen Ende steht die Olive, bevor sie noch geschlossen ist mit ihrem längeren Durchmesser, fast sagittal oder im *Diameter dorso-ventralis* und misst nur noch 3 zu 4 mm.

Dasselbe Aussehen und auch, wie wir noch sehen werden, denselben Bau haben zwei andere Ansammlungen grauer Substanz in der Nähe der Oliven, der mediale und der dorsale Olivennebenkern. Der mediale Oliven-

nebenkern *Om* (innere Nebenolive, grosser Pyramidenkern) tritt, wie bereits in § 132 gemeldet wurde, weit caudalwärts von den Oliven auf gleichzeitig mit den distalen Abschnitten der Schleifenkreuzung, verschwindet jedoch vor dem cerebralen Ende der Oliven im Bereiche des noch offenen Theiles derselben. Die Gestalt desselben ist sehr veränderlich. Da, wo dieser Kern zuerst auftritt (Fig. 445), besteht er aus einer grossen Platte, an der zwei Theile zu unterscheiden sind, und zwar eine dicht dorsalwärts von den Pyramiden gelegene, fast quer stehende, dicke, 3,5—4 mm breite Lamelle und ein mehr sagittal gestelltes, unter stumpfem Winkel mit derselben verbundenes, dorsales, dünneres Blatt von 2,5 bis 3,0 mm Länge. Nach und nach verschmälert sich das quere Blatt und verkürzt sich, während das sagittale an Dicke gewinnt und auch länger wird, jedoch oft wie aus mehrfachen Abschnitten zu bestehen scheint, unter denen ein runder Kern an der dorsalen und medialen Seite des dorsalen

Fig. 448.

Fig. 448. Querschnitt durch die *Medulla oblongata* des Menschen mit noch geschlossenem Centralkanale. Nach einem *Weigert* von Prof. *O. Schultze* Nr. 33, Vergrösserung 6 : 1. *Py* Pyramiden; *F.arc Fibrae arc. superf. ventrales*; *F.arc*^{1} *Fibrae arc. superf. dorsales*; *F.arc*^{2} *Fibrae arc. superf. laterales* (Kleinhirnseitenstrangbahn); *F.arc*^{3} *Fibrae arc. superf. ventrales* zur Raphe ziehend; *F.arc.i Fibrae arc. internae* oder Schleifenfasern, von einer Accessoriuswurzel gekreuzt; *r* Raphe; *ra S. reticularis alba ventralis* (Schleifen- oder Olivenzwischenschicht); *ra' S. reticularis alba dorsalis* (*Fasc. longitudinalis dorsalis*); *O* Oliva; *Om Oliva medialis*; *Od Oliva dorsalis*; *XII* Hypoglossus; *XII'* Hypoglossuskern; *X'* Vagus- und Accessoriuskern; *Fs Fasciculus solitarius* (absteigende Vago-Glossopharyngeuswurzel) von starken Schleifenfasern umgeben; *Nl Nucleus lateralis*; *V* spinale Quintuswurzel; *Sg Substantia gelatinosa*; *Pc Pedunculus cerebelli* in Bildung; *c Fasciculus cuneatus* mit mehrfachen Kernen; *g Fasciculus gracilis* mit seinem Kern.

Olivenblattes besondere Beachtung verdient, der bei geschlossenem Olivenblatte bereits vorhanden sein kann, ein Kern, der auch viel weiter cerebralwärts bei weit offenem Centralkanale und in der Gegend der Rautengrube manchmal noch gefunden wird. Nach der Eröffnung des Centralkanales besteht dieser Kern meist aus zwei Stücken. Das frühere quere Blatt ist jetzt gebogen und steht z. Th. in der Richtung der Hypoglossuswurzeln, z. Th. noch quer an der medialen Seite des ventralen Olivenblattes und ist weniger entwickelt, oft ganz unscheinbar, während das oben sagittal genannte Stück nun den Hauptkern darstellt, dem Hilus der Olive und dem dorsalen Olivenblatte gleichsteht und meist dicker ist als das Olivenblatt selbst. So erhält sich der Kern lange Zeit meist an der medialen Seite der Hypoglossusfasern, bis zur weiten Eröffnung der Rautengrube, und bemerke ich noch, dass die sogenannte Kommissur der Oliven an der ventralen Seite des sagittalen Kernes liegt oder denselben mit ihren Fasern durchzieht. Oberhalb der Region der Hypoglossuswurzeln wird die mediale Nebenolive je länger um so kleiner, zerfällt auch in einzelne Stücke und verschmilzt endlich in ihrem letzten sagittalen Reste mit der medialen dorsalen Nebenolive, welche beide zusammen nun an der medialen Seite des dorsalen Olivenblattes ihre Lage haben. In diesem Zustande erhält sich das Organ so lange als die Olive noch einen Hilus hat, um dann ganz zu verschwinden.

Die dorsale Nebenolive (hintere Nebenolive) *Od* tritt als platter, quergestellter Kern in der Gegend auf, wo die Olive bereits einen Hilus hat und der Centralkanal sich zu öffnen beginnt, und liegt dieselbe hier genau an der dorsalen Seite des medialen Endes des dorsalen Olivenblattes (Fig. 447). Da wo der Centralkanal sich öffnet, ist dieser Nebenkern 2 mm und darüber breit und von der Dicke des Olivenblattes. Weiter centralwärts, da, wo der Hypoglossuskern am Boden der weit offenen Rautengrube seine grösste Entwicklung erreicht hat, krümmt sich dieser Kern bogenförmig um das mediale Ende des dorsalen Olivenblattes herum und stellen hier die beiden Olivennebenkerne, von denen der mediale aus drei Theilen besteht, wie eine Art Hülse des medialen Olivenabschnittes dar, zu deren Vervollständigung dann noch der später zu erwähnende Seitenkern dient. Jenseits der Hypoglossuswurzeln wird der dorsale Olivennebenkern rasch schmäler und dünner, rückt an die mediale Seite des dorsalen Olivenblattes, stellt sich mehr sagittal und verschmilzt endlich, wie oben schon bemerkt, mit dem medialen Olivennebenkern in einer Gegend, welche den letzten Rest der absteigenden Vagoglossopharyngeuswurzel zeigt (Fig. 449).

Was den feineren Bau anlangt, so stimmt die graue Substanz der Oliven und diejenige ihrer Nebenkerne vollkommen überein. In derselben finden sich einmal sehr viele kleinere, gelbliche Nervenzellen von mehr rundlicher Gestalt und 18—26 μ Durchmesser mit drei bis fünf verästelten Ausläufern und je einem Nervenfaserfortsatze und zweitens ungemein zahlreiche feine und feinste Nervenfasern, von denen der eine Theil unzweifelhaft mit den Zellen der Oliven zusammenhängt, während die andern z. Th. um die Zellen herum in feinste Endigungen auslaufen, z. Th. die grauen Blätter nur durchsetzen. Von einer besondern Entwicklung der Glia ist in der Olive und ihren Nebenkernen nichts wahrzunehmen, und die bei einigen Autoren beliebte Bezeichnung dieser grauen Substanz als gelatinöser in keiner Weise zu rechtfertigen.

In den **Pyramiden** tritt graue Substanz wesentlich und beständig als **ventraler Pyramidenkern** oder *Nucleus arciformis* auf (Fig. 449). Derselbe erscheint fast gleichzeitig mit der medialen Nebenolive, jedoch etwas ober-

Fig. 449.

halb derselben, als dünne, graue Platte an der ventralen Seite der lateralen Hälfte der Pyramiden, wird vor dem Auftreten der Oliven mächtiger und in

Fig. 449. Querschnitt durch die *Medulla oblongata* in der Gegend des Acusticuseintrittes vom Menschen. Nach einem *Weigert* von Prof. *O. Schultze* Nr. 147. Vergrösserung 7 : 1. *Py* Pyramiden; *PK Nucleus arciformis*; *O* Olive; *Od Oliva dorsalis*; *ra Substantia reticularis alba* ventraler Theil oder Schleifenschicht; *ra' Substantia reticularis alba P. dorsalis* oder *Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *r* Raphe; *co* Kleinhirn-Olivenfasern; *V Radix sensibilis quinti*; *VIII¹ Ganglion ventrale acustici*; *VIII² Ganglion dorsale acustici*; *NC Nervus cochleae*; *Pc Pedunculus cerebelli*; *IX Radix suprema glossopharyngei*; *R.d VIII Radix descendens acustici*; *F.arc.i Fibrae arcuatae internae*; *Str.ac. Stria acustica*; *rgr Subst. reticularis grisea.*

der Mitte dicker. So erhält sich der Kern eine Zeit lang, wird dann aber, so bald als die Rautengrube erscheint, kleiner und rückt mehr gegen die Mitte, bis er am Ende am Eingange der ventralen Spalte seine Lage hat (Fig. 449). Zugleich sendet derselbe auch zarte Ausläufer wie Aeste aus, die lateralwärts in das Innere der Pyramide eintreten und auch neben der ventralen Spalte an der medialen Seite der Oliven bis gegen die Raphe vordringen, von welchen grauen Ansammlungen die neben der Spalte gelegenen bald eine grössere Entwicklung zeigen und Seitenäste treiben, während die im Innern verschwinden. So erhalten sich diese Kerne über die Olive hinaus, nehmen eine noch grössere Entwicklung an und zeigen da, wo die Brücke auftritt, eine solche Grösse, dass sie bald in Gestalt einer dreieckigen, dorsalwärts zugespitzten Masse den ganzen Zwischenraum zwischen den Pyramiden und dem dorsalen Theile der früheren Olivenzwischenschicht einnehmen und mit den Brückenkernen zusammenstossen, wir wir später genauer schildern werden.

Ausser diesem Hauptkerne enthalten die Pyramiden noch variable kleinere Kerne von unbestimmter Zahl und Lage, von denen die beständigsten im dorsalen Theile dieser Stränge unweit der Oliven sich finden und manchmal wie einen diese theilweise umkreisenden Bogenzug bilden. Die grössten dieser wandelbaren Kerne sitzen meist an der lateralen Ecke der Pyramiden, nahe an den Oliven. In einem Falle sah ich auch in der Höhe des cerebralen Viertheils der Oliven an einer Reihe von Schnitten einen Kern, der dicht am Ende des ventralen Olivenblattes lag und eine gebogene Spindelform besass.

Die Nervenzellen der Pyramidenkerne sind im Allgemeinen kleiner als die der Oliven und ihrer Nebenkerne, auch ist deren Gestalt mehr langgestreckt, kurz spindelförmig, seltener kugelig, so dass sie mehr mit den Zellen der Brückenkerne übereinstimmen, als deren Vorläufer ich sie betrachte. Die Zahl ihrer Ausläufer ist drei bis fünf und der ausserdem vorkommende Achsencylinderfortsatz fein.

§ 135.

Graue Kerne und Nervenzellen im dorsalen Theile des verlängerten Markes in der Höhe der Oliven. In dieser Gegend finden sich einmal Kerne der Stränge, wie der *Fasciculi graciles*, *cuneati* und *laterales*, dann Ursprungs- und Endkerne von Nerven, und zwar des *Hypoglossus*, *Accessorius*, *Vagus*, *Glossopharyngeus*, *Acusticus* z. Th. und *Trigeminus*, endlich drittens zerstreute Nervenzellen ohne bestimmte Anordnung.

Was erstens die Kerne der zarten Stränge anlangt, so sind dieselben vor der Eröffnung des Centralkanals ganz gut ausgeprägt, treten dann aber nach und nach zurück und sind da, wo die Rautengrube weit offen und der Hypoglossuskern am Boden derselben liegt, nur noch mässig entwickelt, während zugleich die weisse Substanz dieser Stränge in eine Menge kleiner Längsbündel sich zerlegt. Im weiteren Verlaufe zieht sich der *Fasciculus gracilis* immer mehr von der Mitte nach der Seite zurück und tritt an seine Stelle erst der Endkern des Vagus und bald auch der Acusticushauptkern, alles in einer Gegend, wo der Hypoglossuskern noch ganz schön entwickelt ist. Zugleich verschmilzt der zarte Strang immer mehr mit dem *Fasciculus cuneatus* und bilden

bald beide diese Stränge eine im Verhältniss zu früher kleinere Masse, von welcher der mediale Theil wesentlich aus Querschnitten kleiner Nervenbündel besteht, von denen *Roller* gezeigt hat, dass sie dem *Acusticus* angehören (absteigende oder spinale Acusticuswurzel). Der laterale Theil des *Fasciculus cuneatus* enthält auch in dieser Gegend viele Ganglienzellen (Fig. 450) und grenzt seitlich an den in Bildung begriffenen *Pedunculus cerebelli*, während die spinale Vaguswurzel an der medialen Seite der kleinbündeligen Acusticusfelder ihre Lage hat.

Weiter cerebralwärts, da wo der Hypoglossuskern nicht mehr vorhanden ist, schwindet nach und nach jeder Unterschied zwischen den oben genannten beiden Theilen und kann von einem *Fasciculus gracilis* und *cuneatus* kaum mehr die Rede sein. Immerhin enthält das nunmehr einfache Feld kleiner Bündel von Acusticusfasern in seinem lateralen Theile stets mehr Ganglienzellen von demselben Charakter der früheren des *F. cuneatus* als der mediale Theil.

Sehr verschieden ausgeprägte Bildungen grauer Substanz finden sich an der dorsalen Seite der Olive zwischen derselben und der spinalen Trigeminuswurzel, die am besten als Kerne des Seitenstranges zusammengefasst werden. Diese Ansammlungen beginnen, wie wir oben schon sahen, bereits in der Gegend der Pyramidenkreuzung im Bereiche der *Formatio reticularis* an der ventralen Seite der Accessoriuswurzeln, als Kern des Seitenstranges und bilden von da an bis zum Auftreten der Olive eine ziemlich gut begrenzte, rundliche Masse, an deren medialen Seite häufig noch ein zweiter, mehr rundlicher oder länglich runder Kern vorkommen kann. Weiter cerebralwärts besteht dieser Kern bei noch geschlossenem Centralkanale in gewissen Fällen aus einer breiten Platte, deren lateraler Rand dorsalwärts hakenförmig umgebogen ist, oder hier knopfförmig verdickt sich zeigt (Fig. 448). Diese Platte zieht sich fast dem ganzen dorsalen Rande der Olive entlang und hat es oft den Anschein, als ob deren medialer Theil später als dorsale Nebenolive sich abzweigte. Doch ist dies nur Schein und tritt die letztere zwischen dem Kerne des Seitenstranges und dem Olivenblatte als anfänglich ganz dünner, grauer Streifen auf. Mit dem Stärkerwerden des dorsalen Olivennebenkernes verliert auch der Kern des Seitenstranges seine gute Begrenzung. Doch unterscheidet man nicht selten einen medialen und einen lateralen Theil an ihm, von denen der mediale später an die laterale Seite der Nebenolive tritt und oft wie einen besonderen Nebenolivenkern darstellt (Fig. 450). Bei weit offener Rautengrube wird der Kern des Seitenstranges sehr diffus und schwindet als besondere Bildung noch bevor die Olive ihr cerebrales Ende erreicht hat. Die Zellen des Seitenstrangkernes und seiner verschiedenen Abzweigungen sind rundlich-eckig von mittlerer Grösse und übertreffen im Allgemeinen diejenigen der Oliven und ihrer Nebenkerne an Durchmesser.

An der dorsalen Seite dieser Kernbildungen im Seitenstrange tritt im Bereiche der Vagus- und Glossopharyngeuswurzeln eine bald mehr, bald weniger scharf begrenzte Zellenmasse auf, der *Nucleus ambiguus* von *Clarke*, zu welcher ein Theil der Wurzeln der genannten Nerven sich umbiegen und da enden. Dieser Kern, dessen Zellen zu den grösseren gehören und rundlich-

eckig, spindel- und sternförmig sind, wird allgemein seit *Meynert* unzweifelhaft mit Recht als motorischer Vagus- und Glossopharyngeuskern gedeutet.

Endlich sind noch viele zerstreute Zellen zu erwähnen, die besonders im lateralen Theile der *Substantia reticularis*, lateral von den Hypoglossuswurzeln, aber auch an der medialen Seite derselben bis gegen die *Raphe* hin sich finden und durch ihre Grösse und Sternform auffallend sind. Obschon diese Zellen nur selten dichtere Häufchen bilden, wollen wir dieselben doch unter dem Namen *Nucleus magnocellularis diffusus* begreifen. Einen Theil dieser Zellen hat *Bechterew* als *Nucleus reticularis Tegmenti* bezeichnet.

§ 136.

Verhalten der weissen Substanz im Bereiche der Oliven. Diese Substanz zerfällt wesentlich in horizontal und in longitudinal verlaufende Elemente. Von den ersteren schildere ich in erster Linie die sogenannten Bogenfasern oder *Fibrae arcuatae s. arciformes.*

In weiterer Entwicklung der im § 132 erwähnten Schleifenfaserung bildet sich nach und nach ein mächtiges System innerer, im Allgemeinen horizontal verlaufender Bogenfasern aus, zu denen dann noch oberflächliche solche Elemente sich gesellen. Diese Fasern stellen zwar scheinbar ein fast den ganzen Querschnitt der *Medulla oblongata* durchziehendes Fasersystem dar, haben jedoch offenbar eine sehr verschiedene Bedeutung. Ich unterscheide:

1. Bogenfasern, die aus den grauen Kernen der *Fasc. graciles* und *cuneati*, z. Th. auch aus dem Endkerne der spinalen Trigeminuswurzel und demjenigen der spinalen Vago-Glossopharyngeuswurzel stammen und einfach als Schleifenfasern bezeichnet werden können, da sie eine unmittelbare Fortsetzung und weitere Entwicklung der Schleifenkreuzung darstellen. Diese Bogenfasern nehmen, wie wir sahen, schon unterhalb der Oliven eine mächtige Entwicklung an, erfüllen das ganze Innere der *Med. oblongata* von den dorsalen Strängen an bis zu den Pyramiden und bilden zwischen diesen und dem Centralkanale wie eine im *Diameter dorso-ventralis* stehende Mittelplatte, die sogenannte Naht, *Raphe* von *Stilling*, indem hier die Fasern von beiden Seiten unter verschiedenen Winkeln sich kreuzen. Das Auftreten der Oliven bedingt dann eine Aenderung in diesem Verhalten und scheiden sich von hier an die Schleifenfasern in zwei Unterabtheilungen.

Die einen oder die dorsalen Schleifenfasern (*Fibrae arcuatae internae dorsales*), Fig. 448, verlaufen bogenförmig dorsal von den Oliven zur *Raphe*, während die andern oder die Olivenschleifenfasern (*Fibrae arcuatae internae ventrales*) mit eigenthümlicher Biegung die Olivenblätter durchsetzen, in die Marksubstanz derselben eintreten und aus dem *Hilus* des Organes herauskommend zur *Raphe* sich begeben.

Die *Raphe* besprechen wir am besten an diesem Orte, weil ein guter Theil ihrer Fasern von den Schleifenfasern abstammt. Dieselbe besteht aus queren, aus schiefen und aus Fasern, die in dorso-ventralem Durchmesser verlaufen. Im Allgemeinen wenden sich die dorsalsten Schleifenfasern, sobald sie

in die *Raphe* eingetreten sind, unter fast rechtwinkeligen Umbiegungen ventralwärts und verlaufen auf kürzere oder längere Strecken in sagittalen Richtungen, um dann nach der andern Seite abzubiegen. Doch kommen auch schon in dieser Gegend, wie dann vor allem in der Mitte der *Raphe* Bündel vor, die, pinselförmig zerfahrend, theils quer, theils schief dorsalwärts oder ventralwärts auf die andere Seite treten. Gegen den Grund der ventralen Spalte endlich erscheinen Faserzüge, die vorwiegend sagittal dahinziehen und in eine oberflächliche Lage horizontaler Fasern an den Pyramiden übergehen, von der noch weiter die Rede sein wird. Im Grunde der genannten Fissur findet man übrigens in gewissen Fällen auch Bogenfasern mit ventralwärts gerichteter Konkavität, die scheinbar in sagittale Fasern übergehen, jedoch bei genauerer Verfolgung im Bereiche der Pyramiden auf die andere Seite treten.

Fig. 450.

2. Horizontalfasern, welche die dorsalen Stränge oberflächlich umgeben, *Fibrae arcuatae superficiales dorsales*. Die einen

Fig. 450. Querschnitt der *Medulla oblongata* des Menschen in der Gegend des distalen Abschnittes des *Sinus rhomboidalis.* Nach einem *Weigert* von Dr. *O. Schultze.* Nr. 96. Vergrösserung 6 : 1. *Py* Pyramiden; *XX Radix hypoglossi*; *XII' Nucleus hypoglossi*; *O Oliva*; *Om Oliva medialis*; *Od Oliva dorsalis*; *ra Subst. reticularis alba, pars ventralis* (Schleifenschicht); *ra' Subst. reticularis alba, pars dorsalis* (Ventralstranggrundbündel oder *Fasciculus longitudinalis dorsalis*); *r* Raphe; *X Radix vagi*; *XI Radix accessorii*; *co* Kleinhirn-Olivenfasern; *X' Nucleus terminalis vagi*; *Fs Fasciculus solitarius* (absteigende Vago-Glossopharyngeuswurzel); *P* Ponticulus s. Ligula; *gr* Rest des *Fasciculus gracilis* mit der absteigenden Acusticuswurzel; *c* Rest des *Nucleus cuneati*; *Pc Pedunculus cerebelli*; *rgr Substantia reticularis grisea* mit den *Fibrae arcuatae internae*; *V* sensible Quintuswurzel. Zwischen ihr und den Oliven mehrere Nester grauer Substanz, der *Nucleus lateralis.*

derselben oder die Kleinhirn-Seitenstrangfasern stammen aus den Seitensträngen der Gegend zwischen dem Kern dieser Stränge und den Durchtrittsstellen der Accessoriuswurzeln, wenden sich nach der Dorsalseite (Fig. 448 *F.arc.2*) und verlaufen oberflächlich an der spinalen Trigeminuswurzel weiter. Diese Fasern begeben sich zum *Pedunculus cerebelli*, in dessen Elemente sie sich umbiegen und treten in ihren ersten Andeutungen bereits an der caudalen Seite der Oliven gleichzeitig mit den ersten Spuren der Schleifenkreuzung auf. Eine zweite Kategorie von *Fibrae arcuatae superficiales dorsales* (Fig. 448 *F.arc.1*) stammt aus den zarten und Keilsträngen, wendet sich, oberflächlich an denselben gelegen, lateralwärts ebenfalls zum *Pedunculus cerebelli* und scheint eine Verbindung der Dorsalstränge des Rückenmarks mit dem kleinen Hirn darzustellen, die jedoch keine direkte ist, da die Elemente dieser Fasern alle der feineren Art sind.

3. Als *Fibrae arcuatae superficiales ventrales* (Fig. 448 *F.arc.*) lassen sich in Querschnittsebenen verlaufende Fasern bezeichnen, welche oberflächlich die Pyramiden umkreisen. Diese Fasern, die ebenfalls schon caudal von den Oliven auftreten und cerebralwärts je länger je mehr an Stärke zunehmen, hängen einerseits im Grunde der ventralen Spalte mit den sagittal verlaufenden Fasern der *Raphe* zusammen und lassen sich anderseits da, wo dieselben gut entwickelt sind, um die Pyramiden und den lateralen Rand der Oliven herum bis in die Gegend des früheren Seitenstranges verfolgen, wo dieselben allem Anscheine nach mit den gleich zu erwähnenden Kleinhirn-Olivenfasern zusammenhängen. So findet sich dies an Schnitten, wie die Fig. 451 einen darstellt. Weiter caudalwärts, wie in der Fig. 447, gehen diese Fasern nicht einmal ganz um die Pyramiden herum und sind die Oliven nur von den vorhin erwähnten Kleinhirn-Olivenfasern umzogen. Schnitte endlich wie die Fig. 451 zeigen diese Fasern um die Pyramiden und Oliven herum und scheinen dieselben in der Gegend des Seitenstrangkernes mit den Fasern der Kleinhirnseitenstrangbahn zum *Pedunculus cerebelli* sich zu vermengen.

Beachtung verdient, dass überall, wo die Pyramiden einen *Nucleus arcuatus* oder Kerne neben der *Fissura ventralis* besitzen, viele der genannten oberflächlichen Fasern in diese Kerne eindringen, um hier mit feinsten Fäserchen zu enden oder zu entspringen. Sehr wichtig ist auch, dass in allen Gegenden, namentlich da wo der *Nucleus arcuatus* liegt, auch aus dem Innern der Pyramiden horizontal verlaufende feinere und gröbere Faserbündelchen heraustreten und den oberflächlichen Bogenfasern sich zugesellen, indem sie alle medianwärts gegen die *Raphe* zu verlaufen, Elemente, deren Deutung später versucht werden soll.

4. Kleinhirn-Olivenfasern, *Fibrae cerebello-olivares* (Fig. 450, 451 *co*). Diese ungemein wichtigen Fasern fallen in allen höheren Theilen der *Med. oblongata* sehr leicht in die Augen und stellen eine Verbindung des Kleinhirns mit der entgegengesetzten Olive dar. Dieselben treten in schwachen Andeutungen schon bei der Eröffnung des Centralkanales auf und werden mit der Vergrösserung des *Pedunculus cerebelli*, dessen Hauptmasse aus ihnen besteht, immer mächtiger, bis sie endlich mit der Ausbildung dieses Organes und dem Verschwinden der Olive sich verlieren. Bei guter Entwicklung zeigen sie das in der Fig. 450 wiedergegebene Bild. Aus dem *Pedunculus cerebelli P c*

ventralwärts austretend, verlaufen diese Fasern theils an der lateralen Seite der spinalen Trigeminuswurzel, theils durch dieselbe hindurch, theils und vor allem durch die *Substantia gelatinosa* und ziehen im Allgemeinen gegen das dorsale

Fig. 451.

Olivenblatt und die dorsale Nebenolive. Hierbei schliessen sich die medialsten ihrer Fasern an die Schleifenfasern an und verlaufen ähnlich wie diese in sanft

Fig. 451. Querschnitt durch die *Medulla oblongata* in der Gegend des Acusticuseintrittes vom Menschen. Nach einem *Weigert* von Dr. *O. Schultze* Nr. 147, 149. Vergrösserung 7 : 1. *Py* Pyramiden; *PK Nucleus arciformis*; *O* Olive; *Od Oliva dorsalis*; *ra Substantia reticularis alba*, ventraler Theil oder Schleifenschicht; *ra' Substantia reticularis alba P. dorsalis* oder *Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *r* Raphe; *co* Kleinhirn-Olivenfasern; *V Radix sensibilis quinti*; *VIII¹ Ganglion ventrale acustici*; *VIII² Ganglion dorsale acustici*; *NC Nervus cochleae*; *Pc Pedunculus cerebelli*; *IX Radix suprema glossopharyngei*; *R.dVIII Radix descendens acustici*; *F.arc.i Fibrae arcuatae internae*; *Str.ac. Stria acustica*; *rgr Subst. reticularis grisea.*

geschwungenen Bögen. Hierauf folgen lateralwärts z. Th. gerade, z. Th. s-förmig gebogene Elemente, bis endlich die lateralsten dieser Kleinhirn-Olivenfasern, der äusseren Kontour des Querschnittes folgend, mit starken Biegungen die spinale Quintuswurzel und die Oliven lateralwärts umgeben. Was diese Fasern in ihrer Mehrzahl noch auszeichnet ist, dass sie meist stärkere Bündel bilden und mit denselben netzförmig sich verflechten, auch häufig kleine Wellenbiegungen beschreiben. Gegen die Oliven zu lösen sich die gröberen Bündel z. Th. in kleinere auf, durchsetzen in ihrer Mehrzahl, ohne sich aufzulösen, das dorsale Olivenblatt, und begeben sich in die Markmasse des Organes, um schliesslich aus dem *Hilus* hervorzutreten und nach Durchsetzung der *Raphe* in die andere Olive einzudringen. Ein anderer Theil der Kleinhirn-Olivenfasern biegt sich um den Rand der Olive nach der ventralen Seite derselben um, sendet am Rande selbst noch einzelne Bündel durch das Olivenblatt, um mit der Mehrzahl derselben ventral von der Olive in die *Raphe* einzutreten. Noch andere Theile dieser *Fibrae cerebello-olivares* endlich, die unmittelbar an die Schleifenfasern grenzen, durchsetzen als kompakte Bündel die dorsale Nebenolive, den angrenzenden medialsten Theil des dorsalen Olivenblattes und die mediale Nebenolive und begeben sich ebenfalls zur *Raphe*. In dieser verhalten sich alle diese Fasern in derselben Weise wie die Schleifenfasern, d. h. es lösen sich die einzelnen Bündel pinselförmig auf, indem sie die Mittellinie durchsetzen und vereinigen sich auf der andern Seite wieder zu Bündeln. Die Kleinhirn-Olivenfasern sind beim 7 monatlichen Fötus noch marklos, während die Schleifenfasern um diese Zeit alle markhaltig sind, und lassen sich so leicht als ein besonderes Fasersystem erkennen, das in den dorsalen Theil des *Pedunculus cerebelli* übergeht.

In Betreff der Endigungen der Kleinhirn-Olivenfasern wird auf Grund pathologischer Erfahrungen angenommen, dass dieselben in der entgegengesetzten Olive enden oder beginnen, eine Frage, die in einem späteren § bei Besprechung des Zusammenhanges der Elemente der *Medulla oblongata* ausführlich behandelt werden wird.

So lange als die Olive gut ausgeprägt ist, sind auch die Kleinhirn-Olivenfasern gut entwickelt; es ist jedoch zu bemerken, dass dieselben weiter cerebralwärts entsprechend der Zunahme des dorsalen Theiles der *Medulla oblongata* an Breite, eine andere Lagerung und einen andern Verlauf zeigen, wie die Fig. 451 im Vergleiche mit der Fig. 450 deutlich lehrt, in welchem Schnitte diese Fasern an der lateralen und medialen Seite der spinalen Trigeminuswurzel und selbst mitten in derselben als starke Bündel schön s-förmig verlaufender Fasern zum Vorschein kommen. So erscheinen diese Elemente in abnehmender Mächtigkeit bis zum cerebralen Ende der Olive, um dann schliesslich sich zu verlieren, während zugleich der nun vollkommen ausgebildete Kleinhirnstiel in das *Cerebellum* eintritt.

Ausser den eben geschilderten verschiedenen Arten von Bogenfasern enthält die *Medulla oblongata* im Bereiche der Oliven noch eine grosse Anzahl anderer horizontal verlaufender Elemente, die im Allgemeinen als radiäre bezeichnet werden können. Dieselben konvergiren, von den ventralen und den Seitentheilen des Organes ausgehend, gegen den Centralkanal und die

Rautengrube, kreuzen sich mit den Bogenfasern unter meist rechten Winkeln und zerfallen in folgende Unterabtheilungen:

a) Die schon erwähnten, in dorso-ventraler Richtung dahinziehenden Fasern der *Raphe*.

b) Die Wurzelfasern des *Hypoglossus, Accessorius, Vagus* und *Glossopharyngeus*, die in einem späteren § ausführlich besprochen werden sollen.

c) Besondere innere, radiäre Fasern, *Fibrae radiales internae*, die noch wenig Beachtung gefunden haben, obschon dieselben in allen Gegenden mehr weniger deutlich entwickelt sind. Solche Elemente finden sich vor allem in der lateral von den Hypoglossuswurzeln gelegenen *Substantia reticularis* in Gestalt meist zarter Bündel feinerer Fasern, fehlen aber auch zwischen den Hypoglossuswurzeln und der *Raphe* nicht, obschon dieselben hier meist nur vereinzelt, seltener in stärkeren Bündeln, vorkommen. Ich leite diese Elemente z. Th. von den Pyramiden, z. Th. von den Zellen des *Nucleus magnocellularis diffusus* ab.

Abgesehen von den Wurzelfasern der betreffenden Hirnnerven sind die horizontalen Nervenfasern dieses Theiles der *Medulla oblongata* grösstentheils von der feineren Art, doch kommen auch stärkere Fasern unter ihnen vor. So enthalten die *Fibrae arcuatae superficiales dorsales et laterales* vorwiegend mittelstarke Fasern von 5—8 μ und ebenso sind die sub 2. angeführten Fasern vorwiegend mittelstarke. Dagegen sieht man im Marke der Oliven unter den *Fibrae arcuatae superficiales ventrales* und bei den aus den Kernen der *Fasciculi graciles* und *cuneati* herauskommenden Fasern ausschliesslich oder fast ausschliesslich feine Elemente.

Von longitudinal verlaufenden Nervenfasern finden sich in der Gegend, in welcher die Oliven ihre Lage haben, eine gewisse Zahl grösserer, zusammenhängender Massen, von denen wir 1. die Pyramiden erwähnen. An diesen ist die Zunahme an Breite und Masse nach oben besonders bemerkenswerth. Dieselbe scheint, wie ich schon vor langer Zeit betonte, auf Rechnung von horizontal in diese Stränge einstrahlenden Fasern zu kommen, die dann die longitudinale Richtung annehmen, Elemente, die bis jetzt nur von *Clarke* genauer geschildert wurden (*Med. obl.* pag. 247, 248), aber auch bei *Dean* erwähnt und abgebildet sind (Pl. XV). *Clarke* leitet diese horizontalen Fasern von den kleinen Pyramidenkernen ab, worin ich ihm Recht gebe, doch glaube ich auch Einstrahlungen von Seiten der Oliven und der *Raphe* her und vom grossen Pyramidenkerne aus gesehen zu haben, von denen die ersteren als Verbindungsfasern der Pyramiden (resp. des Grosshirns) mit andern Theilen der *Med. oblongata* zu deuten wären, worüber unten mehr.

2. Weitere longitudinale Züge sind die Reste des Seitenstranges, die in der ganzen Höhe der Oliven zwischen diesen und der spinalen Quintuswurzel einerseits, anderseits zwischen der *Fibrae arcuatae superficiales dorsales* und den *Fibrae cerebello-olivares* eine kleinere, zusammenhängende Masse von dreieckigem Querschnitte darstellen.

3. Besonders bemerkenswerth sind ferner in diesem Abschnitte der *Med. oblongata* die *Pedunculi cerebelli* oder die *Corpora restiformia* der Autoren, die nach und nach in Gestalt einer mächtigen, longitudinalen Fasermasse an der dorsalen Seite der spinalen Trigeminuswurzel und an der lateralen

Seite der Rautengrube auftreten. Frägt man nach der Herkunft dieser Fasermasse, so kommt man in erster Linie auf den Theil des Seitenstranges der *Medulla spinalis*, der nicht in die Pyramidenkreuzung eingeht, und zwar auf die sogenannte Kleinhirnseitenstrangbahn von *Flechsig*. Von diesen Elementen habe ich schon vor Jahren (5. Aufl. S. 295) gezeigt, dass sie zu den *Fibrae arcuatae superficiales dorsales* in Beziehung stehen, d. h. unmittelbar in dieselben sich umbiegen, von welchen Fasern ich damals auch als wahrscheinlich annahm, dass sie im *Pedunculus cerebelli* zum kleinen Hirn verlaufen, was neuere Untersuchungen voll bestätigt haben.

Ausser diesen Fasern nehmen die *Pedunculi cerebelli*, wie wir oben schon angaben, auch noch auf:

a) sehr zahlreiche Elemente, die in Gestalt innerer Bogenfasern (*Fibrae cerebello-olivares*) aus der Olive der andern Seite stammen,

b) Elemente der *Fasciculi cuneati* und *graciles*, die oberflächlich an diesen Strängen gelegen, als *Fibrae arcuatae superficiales dorsales mediales* seitwärts ziehen, an die *Pedunculi cerebelli* sich anschliessen und eine Kleinhirn-Hinterstrangbahn darstellen.

4. Einen auffallenden Längszug bildet die spinale Trigeminuswurzel, die je weiter nach dem Gehirn zu um so mächtiger wird und mit ihrem Endkerne oder der Fortsetzung des *Caput cornus posterioris* bis zur Austrittsstelle dieses Nerven aus der Brücke reicht, wie später genauer dargestellt werden soll.

5. Die spinale Vagus- und Glossopharyngeuswurzel oder der *Fasciculus solitarius* (Figg. 447, 448 *Fs*), die, je mehr man der Austrittsstelle dieser Nerven sich nähert, eine um so seitlichere Stellung einnimmt und endlich an der medialen Seite der *Corpus restiforme* ihre Lage hat (s. unten).

Ausser an den genannten Stellen trifft man eine gewisse Zahl grösserer und kleinerer Längsbündel, die jedoch keine stärkeren Ansammlungen darstellen, wie oben schon angegeben wurde, um die Oliven herum, ferner im *Fasciculus gracilis*, in welchem nach und nach ein ganzes Feld von kleineren Bündeln sich entwickelt, die *Roller* als aufsteigende Acusticuswurzel und *Edinger* z. Th. als direkte sensorische Kleinhirnbahn bezeichnet. Im *Fasciculus cuneatus*, der an der caudalen Seite der Oliven lange Zeit durch mächtige Entwicklung von Längsfasern sich auszeichnet, erhalten sich solche auch in der Höhe der Oliven noch längere Zeit, um endlich als grössere Ansammlungen zu verschwinden.

Zu allen diesen Bündeln von Längsfasern gesellen sich nun kleine und kleinste Längsbündelchen der verschiedensten Form, doch meist von runder, viereckiger oder rechteckiger Gestalt, die in grösster Zahl in dem ganzen Raume zwischen den Pyramiden, den Oliven, der centralen grauen Substanz und den dorsalen Strängen sich finden, deren Verhalten besonders *Stilling* ausgezeichnet schön dargestellt hat (*Med. obl.* Taf. V, VI), und die auch in den Figg. 451 u. 448 wiedergegeben sind. Diese kleinen Bündel bilden mit den sich kreuzenden Zügen der Schleifenfasern, der Kleinhirn-Olivenfasern, den radiären Wurzelfasern und den *Fibrae radiales internae* eine *Formatio reticularis* von ausnehmender Zierlichkeit, die nirgends in dieser Weise wiederkehrt wie hier.

Untersucht man diese *Formatio reticularis* genauer, so lässt sich dieselbe in zwei Hauptabtheilungen zerfällen. Die eine oder die *Subst. retic. alba* (Olivenzwischenschicht, ventrales Feld der *Subst. reticularis*) liegt medianwärts von den Hypoglossuswurzeln und den Oliven, zu beiden Seiten der *Raphe*, und enthält nur spärliche Nervenzellen, während die andere oder *Subst. reticul. grisea*, zwischen den Oliven und den dorsalen Strängen gelegen, von den Wurzeln des XI.—IX. Nervenpaares durchzogen wird und zahlreiche Nervenzellen führt.

Die Deutung der zahlreichen kleinen longitudinalen Faserbündel betreffend, so sei hier vorläufig nur folgendes erwähnt. Ein sehr bedeutender Theil derselben, und vor allem die zwischen den Oliven zu beiden Seiten der *Raphe* befindlichen Fasern, gehören der Schleifenkreuzung an und sind aus Umbiegungen der Schleifenfasern entstanden, weshalb diese Bildung am besten Schleifenschicht, *Lemniscus*, genannt wird. Wie viel von den übrigen Theilen der *Subst. reticularis alba* noch zur Schleifenschicht zählt, ist vorläufig nicht zu bestimmen, doch ist ganz sicher, dass der dorsale Theil dieser Lage eine andere Bedeutung hat und aus den Vorderstranggrundbündeln hervorgeht, welche, wie wir oben sahen, zugleich mit der Entwicklung der Pyramidenkreuzung lateralwärts und dorsalwärts verdrängt werden. Dieser Theil der *Substantia reticularis alba* ist nichts anderes als der Anfang des sogenannten hinteren Längsbündels von *Meynert* (dorsales Längsbündel *ich*), welches jedoch in diesem Theile der *Medulla oblongata* noch nicht von der Schleifenschicht oder dem *Lemniscus* abgegrenzt ist.

Zweifelhafte Längsbündel der *Formatio reticularis* sind: 1. die centrale Haubenbahn von *Bechterew* (*Edinger*, 3. Aufl. S. 163, Fig. 126) zwischen der Olive und dorsalen Nebenolive; 2. die Längsbündel meiner *Subst. retic. grisea*, die *Edinger* als motorisches Feld der Haube bezeichnet (S. 161).

Von den hier beschriebenen longitudinalen Fasern sind die stärksten (von 2,2—9,0 μ) die zwischen der *Raphe* und den Hypoglossuswurzeln gelegenen, vor allem diejenigen des *Fasciculus longitudinalis dorsalis*, doch verfeinern sich dieselben auch hier gegen die Pyramiden zu, deren Elemente 2,2—6,7 μ messen. Seitwärts des *Hypoglossus* werden die Längsfasern der *Formatio reticularis* nach und nach feiner und finden sich mittelstarke Fasern nur noch im Reste des Seitenstranges an der dorsalen Seite und neben dem Kerne desselben und etwas feiner in der spinalen Trigeminuswurzel.

§ 137.

Der oberhalb der Oliven gelegene Theil der *Medulla oblongata* und die Brücke. Das Studium einer Reihe von Schnitten vom obersten Ende der Olive bis zum Anfange der Hirnstiele ergiebt folgende allgemeine Verhältnisse.

Die Verbreiterung der *Medulla oblongata* in ihrem dorsalen Abschnitte, die schon in der oberen Olivengegend begann (Fig. 451) und die z. Th. auf der immer stärkeren Zunahme des *Pedunculus cerebelli* oder des *Corpus restiforme*, z. Th. auf dem Auftreten der Wurzeln und Ganglienmassen des

N. acusticus beruht, nimmt bis zum Beginne der Brücke zu, um dann allmählich dadurch sich auszugleichen, dass auch die ventrale Seite immer mehr an Breite gewinnt. Während dies geschieht treten als neue Bildungen die Brückenfasern auf, und senkt sich der *Pedunculus cerebelli* in das kleine Gehirn ein und verliert sich aus dem Gebiete der Brücke (Fig. 452). Die Brückenfasern bilden eine oberflächliche, an der ventralen Seite der Pyramiden befindliche Lage, die ventralen Brückenfasern, während tiefer die dorsalen Brückenfasern an der dorsalen Seite der Pyramiden da liegen, wo früher die Olivenzwischenschicht oder die Schleifenfasern und später die Trapezfasern sich befanden, von welchen die ersteren nun an der dorsalen Seite der tiefen Brückenfasern ihre Lage haben.

Fig. 452.

Die ebengenannten Trapezfasern oder das *Corpus trapezoides* (Fig. 452 *Tr*) lässt sich als Vorläufer der tiefen Brückenfasern ansehen. Bei Säugern spielen diese queren Elemente eine grosse Rolle, beim Menschen dagegen zeigen sie nur eine geringere Entwicklung und werden wir dieselben später beim *Nervus acusticus* genauer zu schildern haben.

In Betreff der Unterscheidung der Brückenfasern in zwei Abtheilungen ist nun übrigens noch zu bemerken, dass dieselbe nicht streng durchzuführen ist, indem, abgesehen von dem distalen Ende der Brücke, eine grössere oder

Fig. 452. Querschnitt durch die Brücke des Menschen in der Gegend dicht über der grossen Olive mit dem Facialis-Kerne und der kleinen Olive, *Carmin* Nr. 87, 89. 4:1. *P* Oberflächliche Querfasern der Brücke zwischen die Pyramiden sich hineinziehend mit vielen dunklen Kernen grauer Substanz, den Brückenkernen; *Py* Pyramiden nicht scharf abgegrenzt von *Lm* dem *Lemniscus medialis*. Zwischen beiden Querfasern mit einigen Brückenkernen, die z. Th. den tiefen Brückenfasern, z. Th. dem *Corpus trapezoides Tr* angehören; *Os* kleine Olive; *Fl Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *VII* Facialiskern mit Andeutung des ersten Wurzelabschnittes; VII^2 austretende Facialiswurzel im Querschnitt; *V* spinale Trigeminuswurzel mit *Substantia gelatinosa*; *Str.ac Stria acustica* quer getroffen am Boden der Rautengrube; VIII^2 *Ganglion dorsale acustici*; *Pc Pedunculus cerebelli.*

geringere Zahl dieser Elemente auch durch die Pyramiden zieht und dieselben zerklüftet. Im distalen Theile der Brücke spielen ferner ausser der spinalen Trigeminuswurzel, die immer noch in der früher geschilderten Weise vorhanden ist, der sechste, siebente und achte Kopfnerv eine Hauptrolle. Der *Acusticus* entwickelt hier erst sein mediales Bündel oder den *Nervus vestibuli* und die Hauptansammlungen grauer Substanz, mit denen auch die Trapezfasern zusammenhängen. Der *Facialis* tritt mit seinem Kerne schon in der Gegend des cerebralen Endes der Olive auf, zwischen derselben und der spinalen Quintuswurzel, und behält auch weiter seine Lage an der medialen Seite dieses Nerven bei. Die Ursprungsfasern des *Facialis* begeben sich, ohne zusammen-

Fig. 453.

hängende Bündel zu bilden, nach und nach gegen den Boden der Rautengrube und erzeugen hier, knieförmig sich umbiegend, ein proximalwärts verlaufendes, kurzes Längsbündel (Fig. 454 VII^{1}), welches den Abducenskern bogenförmig umgiebt und lateralwärts in die Tiefe tretend an der medialen Seite der sensiblen Quintuswurzel vorbeizieht und, die distalsten Brückenfasern durchbrechend, austritt (Figg. 452 und 453 VII^{2}).

Der *Nervus abducens* (Figg. 453, 454 VI) hat seinen Kern in der Aushöhlung der Facialisumbiegung an der lateralen Seite des *Fasciculus*

Fig. 453. Querschnitt durch den distalen Theil der Brücke eines Fötus von acht Monaten, *Pal*'sche Färbung. Vergr. 6 : 1. Nr. 143. *P* Oberflächliche Brückenfasern marklos; *Py* Pyramiden marklos; *VIII^{1} Ganglion ventrale acustici,* aus welchem das markhaltige Trapezium entspringt; *VIII^{2} Ganglion dorsale acustici*; *Nv Nervus vestibuli*; *VII^{2}* austretende Facialiswurzel; *VII* Facialiskern mit dem ersten Abschnitte der Wurzel; *VI* Abducenswurzeln; *L Lemniscus*, Schleifenschicht; *Fl Fasciculus longitudinalis*; *F.arc.i Fibrae arcuatae internae*; *Nc Nervus cochleae*; *Pc Pedunculus cerebelli*; *Aa* spinale Acusticuswurzel; *rgr Substantia reticularis grisea*; *V* spinale Trigeminuswurzel; *V^{1}* Trigeminusendkern oder *Subst. gelatinosa*.

longitudinalis dorsalis und ziehen seine Wurzeln im Allgemeinen in dorsoventraler Richtung durch die Brücke, um am distalen Rande derselben auszutreten.

In dem Theile der Brücke, in welchem die obengenannten Nerven und ihre Kerne sich finden, treten als besondere neue Bildungen die kleinere (obere) Olive, der Trapezkern, die Brückenkerne und die mediale Schleife auf. Die erste (Figg. 454, 455 *Os*) ist beim Menschen eine unscheinbare Ansammlung grauer Substanz an der ventralen medialen Seite des Facialis-

Fig. 454.

kernes, die auch nicht von ferne an die zierlichen Bildungen gewisser Säuger (Hund, Katze z. B.) erinnert, und der inmitten der Trapezfasern (*Tr*) gelegene *Nucleus trapezoides* ist noch unscheinbarer. Die mediale Schleife, *Lemniscus medialis* (l. c. *Lm*) dagegen, die in der Olivengegend noch keine deutlichen Umrisse erkennen liess, erhebt sich allmählich zu einem scharf begrenzten Bündel von Längsfasern, welches anfänglich dicht an den Trapezfasern und den Pyramiden anliegt, mit dem Auftreten und der Zunahme der dorsalen

Fig. 454. Querschnitt durch die Brücke des Menschen in der Gegend des Facialiskniees. Nach einem Karminpräparate Nr. 135 der mikr. Sammlung. Vergrösserung 4 : 1. *P* Oberflächliche Querfasern der Brücke; *P'* tiefe Querfasern der Brücke mit Trapezfasern; *Py* Pyramidenbündel; *Lm Lemniscus medialis* (Schleife); *VI* Abducenswurzeln; VII^{1} Facialisknie; VII^{2} austretende Facialiswurzel; *V* spinale Trigeminuswurzel; *Os Oliva minor*.

Brückenfasern dagegen immer mehr an die dorsale Seite rückt und nach und nach zu einem platten, breiteren Bündel sich gestaltet (Fig. 457). Die sogenannten Brückenkerne sind ungemein zahlreiche, kleinere und grössere Ansammlungen grauer Substanz, die überall zwischen den Querfasern und den Pyramidenfasern und inmitten der Querfasern zu finden sind.

Von den schon in der Olivengegend vorkommenden Theilen zeigt der distale Theil der Brücke immer noch die *Raphe* und die *Substantia reticularis grisea*, welche jetzt den Namen Haubenfeld führt, mit einer wechselnden Menge von Nervenzellen und dann den immer schärfer sich begrenzenden und auf ein kleineres Mass sich zusammenziehenden *Fasciculus longitudinalis dorsalis* (*Fl*).

Fig. 455.

Einen bemerkenswerthen Theil der Brücke bildet der mittlere Abschnitt derselben, in welchem der motorische Trigeminuskern auftritt und dieser Nerv das *Crus cerebelli ad pontem* durchbricht (Fig. 456). In diesem Theile ist der mittlere Bezirk, abgesehen von der Abwesenheit des sechsten und siebenten Nerven und ihrer Kerne, noch ebenso beschaffen wie früher, nur dass die Querfasern der Brücke und die Pyramiden noch mehr an Masse zugenommen haben, dagegen erscheint nun an der dorsalen, medialen Seite der *Substantia gelatinosa* oder des sensiblen Trigeminus-Endkernes (*Va*) der motorische Ursprungskern eines Theiles der *Portio minor* dieses Nerven (Fig. 456 *Vm*), endlich die so-

Fig. 455. Querschnitt durch den distalen Theil der Brücke eines Embryo von acht Monaten. *Pal*'sche Färbung, Vergr. 6 : 1, Nr. 153. Buchstaben wie bei Fig. 453. *Oo* kleine Olive; *Oo*[1] Stiel der Olive; *VII*[1] Facialisknie; *Tr* Trapezium markhaltig.

genannte cerebrale (absteigende) Trigeminuswurzel (*Vd*), die ich dem motorischen Theile dieses Nerven zurechne. Ferner lassen sich in bestimmten Höhen die durch die Brückenfasern durchsetzenden Bündel der beiden Trigeminuswurzeln nachweisen (*Va Vm*), die an jeder Seite mit ihren Kernen einen starken Zug bilden, der die eigentliche Brücke von den Seitentheilen abgrenzt, in denen die *Crura cerebelli ad pontem*, die letzten Bündel des *Corpus restiforme* und die neu auftauchenden *Brachia conjunctiva* oder *Crura cerebelli ad cerebrum* zu erkennen sind.

Sobald der fünfte Nerv ausgetreten ist, zeigt die Brücke einen einfacheren und bis zum Beginne der Hirnstiele ziemlich gleichbleibenden Bau, von dem die Fig. 457 eine gute Vorstellung giebt. Der ventrale grössere Abschnitt derselben besteht wesentlich aus den Fortsetzungen der Pyramiden und den queren Brückenfasern. Erstere nehmen, je mehr man den Hirnstielen sich nähert, an Mächtigkeit zu und bestehen nun nicht mehr nur aus einem oder einigen grossen zusammenhängenden Bündeln, vielmehr werden dieselben durch stärkere und schwächere Querfaserzüge in eine grosse Zahl von Unterabtheilungen geschieden, so dass dieser Theil des Organes auf Querschnitten ein sehr bezeichnendes Bild gewährt. Wie früher, so sind auch jetzt zwischen den Längs- und Querbündeln die zahlreichsten Nester grauer Substanz eingestreut und ist die Menge der sogenannten Brückenkerne eine ganz erstaunliche.

Fig. 456.

In dem dorsalen oder Haubentheile der Brücke sind die am meisten in die Augen springenden Theile die Schleife, der Bindearm und das dorsale Längsbündel. Zu dem schon erwähnten *Lemniscus medialis* (*Lm*) gesellt sich allmählich ein lateraler Abschnitt, der *Lemniscus lateralis Ll*, mit einem kleinen Kerne grauer Substanz (*Nucleus lemnisci lateralis*), welcher in der Gegend deutlich wird, wo früher die kleine Olive und die spinale Trigeminuswurzel sich fand und in den an der lateralen Seite des Bindearms äusserlich sichtbaren *Laqueus* übergeht. Die mediale Schleife selbst (*Lm*) gestaltet sich nach und nach zu einem breiten, platten Bande, welches von der Medianebene bis zum lateralen Rande der Haubenregion reicht und hier mehr

Fig. 456. Querschnitt der Brücke am Trigeminusaustritte eines menschl. Embryo von sechs Monaten. Vergr. 1 : 6, Nr. 102, 103. *P* Pons, *Py* Pyramis, beide marklos; *T* Tegmentum, *Os* kleine Olive, grösstentheils marklos; *Fl.d Fasc. long. dors.* markhaltig; *Vm* motorischer V-Kern; *Vm'* motorische V-Wurzel; *Vd Quintus descendens* mit Kerntheilen; *Va* spinale Trigeminuswurzel quer; *Va'* Austritt derselben; *IV* Ventriculus IV. *Weigert.*

weniger ausgesprochen mit dem *Lemniscus lateralis* sich verbindet. Beachtung verdient jedoch, dass am medialen Ende des *Lemniscus medialis* einige Schleifenbündel in die dorso-ventrale Richtung umbiegen (*Lmp*) und gegen die Pyramiden zu verlaufen, um, wie es scheint, mit diesen sich zu vereinigen (Fig. 458).

Die Bindearme oder die *Crura cerebelli ad cerebrum* (Fig. 457 *Br c*) stellen anfangs jederseits eine dicke, im Querschnitte halbmondförmige Fasermasse mit stark konvexem lateralem und schwach vertieftem medialem Rande dar, die an der lateralen und dorsalen Seite des proximalen Theiles des vierten Ventrikels ihre Lage hat und mit derjenigen der andern Seite durch das *Velum medullare dorsale* zusammenhängt. Im weiteren Verlaufe werden dann diese Bindearme stärker gekrümmt und ziehen sich an beiden Enden spitz aus; auch rücken dieselben immer mehr ventralwärts und liegen endlich als zwei hackenförmige Bildungen in der Konkavität der beiden Schleifen ventralwärts von der Ebene des Bodens des Ventrikels, so dass ihre medialen Enden nicht mehr weit von der Medianebene abstehen. Durch diese Lageveränderung wird die *Substantia reticularis grisea* oder das Haubenfeld (*Tg*) nach und nach eingeengt und sinkt zu einer je länger um so unbedeutenderen Bildung herab, wie dies später im Einzelnen nachgewiesen werden soll.

Fig. 457.

Der *Fasciculus longitudinalis dorsalis* (*Fl*) ist im proximalen Theile der Brücke klein, aber scharf gezeichnet und stellt eine neben der Medianebene unweit des Bodens der Rautengrube gelegene, bald mehr rundliche, bald dreieckige Masse von Längsfasern dar, die lateralwärts in ein gebogenes, dünnes

Fig. 457. Querschnitt der Brücke. Karmin-Präp. 317, Vergr. 4 : 1 in der Gegend der Trochleariskreuzung im *Velum medullare dorsale*. *Br.c Brachium conjunctivum*; *Vd Quintus descendens*; *IVd* Trochleariswurzel der rechten Seite; *IVs* Trochleariswurzel der linken Seite; *Fl Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *Tg* Tegmentum oder *Substantia reticularis*; *Lm Lemniscus medialis*; *Ll Lemniscus lateralis s. Laqueus*; *P* Pyramidenbündel und Querfasern der Brücke.

Blatt ausläuft und nahe an ein anderes zwischen dem Seitenrande des vierten Ventrikels und dem *Brachium conjunctivum* gelegenes Längsbündel heranreicht, welches nichts anderes ist, als die absteigende Trigeminuswurzel (*Vd*). In dieser Gegend findet sich auch der Haufen pigmentirter Nervenzellen, der als *Locus coeruleus* bekannt ist. Andere Ansammlungen von Nervenzellen liegen, wie oben schon erwähnt, im *Lemniscus lateralis* (*Nucleus lemnisci lateralis, Obersteiner*), ferner kommen überall in der *Subst. reticularis grisea* zerstreute Zellen vor (*N. reticularis tegmenti* und *N. centralis superior, Obersteiner,* Figg. 119 u. 124).

§ 138.

Hirnstiele, angrenzende Theile der Brücke und Vierhügel. Noch bevor der vierte Ventrikel sein Ende erreicht hat, treten im *Velum medullare dorsale* (*V. m. anterius*) dicht am *Corpus quadrigeminum distale* die *Nervi trochleares* auf (Fig. 457), kreuzen sich in demselben vollständig und begeben sich nach der Kreuzung an der medialen Seite der cerebralen Trigeminuswurzel ventralwärts, um dann zu beiden Seiten des *Aquaductus* grosshirnwärts eine longitudinale Richtung einzuschlagen und im Bereiche des genannten Vierhügels in den rundlichen Trochleariskernen ihr Ende zu erreichen, welche in einer Aushöhlung des *Fasciculus longitudinalis dorsalis* ihre Lage haben. Ein Schnitt, der, etwas schief geführt, wie die Fig. 459, den distalen Vierhügel und zugleich den proximalen Brückenrand trifft, zeigt den Trochleariskern, zugleich aber als Novum die Kreuzung der Bindearme, die

Fig. 458.

Fig. 458. Querschnitt durch die Brücke in der Gegend der distalen Vierhügel. Karmin-Präp. 341, Vergr. 2,7 : 1, *Lm Lemniscus medialis*; *Lmp* Bündel desselben zur ventralen Brückenseite; *Ll Lemniscus lateralis*; *Bc Brachia conjunctiva* in Kreuzung begriffen; *Lp Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *a Aquaeductus Sylvii*; *IV* Wurzel des Trochlearis; *Vd Radix descendens quinti*; *P* oberflächliche Querfaserlage der Brücke.

ganz an die dorsale Seite des *Lemniscus medialis* gerückt sind und nun dicht am *Fasciculis longitudinalis dorsalis* stehen. Ferner lehrt dieser Querschnitt den grauen Kern des distalen Vierhügels kennen, der von zwei Ausbreitungen der *Lemniscus lateralis* umfasst wird, und zeigt ferner einen noch nicht beschriebenen Kern, zwischen *Lemniscus lateralis* und Bindearm, den ich *Nucleus tegmenti lateralis* nennen will (Fig. 458).

Etwas weiter tritt nun das bezeichnende Bild der Hirnstiele auf mit der Basis und dem *Tegmentum* und in Verbindung mit diesem das proximale Hügelpaar. Die Querfasern der Brücke fehlen ganz und treten nun die Pyramiden mächtig verstärkt als Hirnschenkelfuss auf, welchem an der

Fig. 459.

medialen Seite das dorso-ventral verlaufende Schleifenbündel anliegt, das bereits die Fig. 458 zeigte. Zwischen Haube und Fuss befindet sich die mächtige Zone schwarz pigmentirter Nervenzellen (*Subst. nigra*) mit unzähligen in allen Richtungen verlaufenden Nervenfasern und einer gewissen Zahl in den lateralen Theilen derselben vorkommenden stärkeren Längsbündeln mit z. Th. gröberen Fasern, die ich als *Fasciculi longitudinales intermedii* bezeichne (Fig. 460 sn^1). Dieselben scheinen mit dem lateralen Theile des *Lemniscus medialis* sich zu entwickeln.

Fig. 459. Proximaler Theil der Brücke des Menschen in der Gegend des hintern Hügelpaares mit dem Trochleariskerne quer, Carmin. Vergr. 4:1, Nr. 389, 394, 396. *a Aquaeductus Sylvii* mit der denselben umgebenden grauen Substanz, die bei *K* in der Mitte und seitlich Anhäufungen grösserer Zellen zeigt; *Qp* distaler Vierhügel mit Andeutungen von Bogenfasern gegen die graue centrale Substanz zu; *Fl Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *IV K* Kern des Trochlearis; *Br.c* verschmolzene Bindearme; *Tg* Tegmentum oder *Substantia reticularis*; *Vd Radix descendens trigemini* mit einigen grossen Zellen an ihrer medialen Seite; *Ll Lemniscus lateralis*; *Lm Lemniscus medialis*.

In der Haubenregion nehmen die gekreuzten Bindearme die Mitte ein und stellen jeder eine annähernd rechteckige Masse dar (weisser Kern der Haube), zwischen denen in der Mitte noch immer sich kreuzende Fasern vorkommen. Seitwärts und ventralwärts liegt diesen Gebilden der schmale, lange *Lemniscus medialis* an, während dieselben dorsalwärts nur durch einen geringen Zwischenraum von den *Fasciculi longitudinales dorsales* getrennt sind. In diesem Zwischenraume und lateralwärts von den genannten Längsbündeln findet sich alles, was von der *Substantia reticularis grisea* der distalen Theile noch sich

Fig. 460.

erhalten hat (Fig. 459). Während nämlich diese *Substantia reticularis* früher den ganzen Raum zwischen den *Lemnisci mediales*, der konkaven Seite der Bindearme und dem dorsalen Längsbündel einnahm, wird dieselbe durch die Kreuzung und Lageveränderung der Bindearme so verdrängt, wie oben angegeben wurde. Doch nimmt dieselbe später wieder an Masse zu, wie die Fig. 460 lehrt.

Um den *Aquæductus Sylvii* liegt eine mächtige Ansammlung grauer Substanz mit vielen unscheinbaren Nervenzellen und einem grösseren Kerne dorsal vom *Fasciculus longitudinalis dorsalis*, dem Anfange des Oculomotorius-

Fig. 460. Querschnitt durch die *Pedunculi cerebri* und die proximalen Vierhügel. Vergr. 4 : 1. Carmin. Nr. 448. *a Aquaeductus Sylvii*; *Cqa* proximaler Vierhügel; *Br* Arm desselben; *Fl Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *III'* Kern der Oculomotorius; *III* Wurzeln des Oculomotorius längs und quer getroffen; *Nr Nucleus ruber tegmenti*; *M Meynert*'s fontainenartige Haubenkreuzung; *F Forel*'s ventrale Haubenkreuzung; *Tg* Tegmentum oder *Substantia reticularis*; *Sn Substantia nigra*; *Sn*[1] Längsbündel am Rande derselben; *Pp* Hirnschenkelfuss; *L* Lemniscus; *Vd* absteigende Quintuswurzel.

kernes. Seitlich vom *Aquæductus* ist immer noch die cerebrale Trigeminuswurzel mit einzelnen grossen Zellen zu sehen, dagegen fehlt nun der *Locus coeruleus*, der schon in der Gegend des Trochleariskernes nicht mehr da war. Der proximale Vierhügel endlich zeigt einen grauen Kern und quere Verbindungsfasern.

Weiter proximalwärts treten nun die Oculomotoriuswurzeln und Oculomotoriuskerne in mächtiger Entwicklung auf. Erstere ziehen durch den gekreuzten Bindearm, der, in Folge der Aufnahme von grauer Substanz nun als rother Kern der Haube bezeichnet, mehr zur Seite tritt und auch an Mächtigkeit gewinnt. Hirnschenkelfuss und *Substantia nigra* zeigen dieselben Verhältnisse wie früher, dagegen ist die mediale Schleife etwas kleiner geworden und durch den rothen Kern scheinbar etwas verdrängt. Besondere Beachtung verdienen zahlreiche Bogenfasern, die die graue Substanz um den *Aquæductus* umkreisen und theils ventralwärts den *Fasciculus longitudinalis dorsalis* durchziehen, theils zwischen demselben und dem rothen Kern der Haube verlaufen und auch diesen durchkreuzen. Diese Fasern hängen z. Th. mit der cerebralen Quintuswurzel zusammen, theils sind sie Ausstrahlungen der medialen Schleife, theils stammen sie aus den proximalen Vierhügeln. Besondere Beachtung verdient ihr Verhalten in der Medianebene, in der hier wieder in ihrer ganzen Ausdehnung in dorso-ventraler Richtung eine Art Naht auftritt, die in der proximalen Hälfte der Brücke nur in der Haubengegend zu finden war. In dieser *Raphe* kreuzen sich die genannten Bogenfasern und unterscheidet man mit *Forel* den dorsalen Theil dieser Kreuzung als (fontainenartige) *Meynert*'sche Haubenkreuzung von der ventralen Haubenkreuzung.

Noch ist zu erwähnen, dass Schnitte vom cerebralen Ende der proximalen Vierhügel (s. unten), ein von der *Commissura posterior* abstammendes Bündel und ein Stück des *Pedunculus corporis mammillaris* zeigen.

§ 139.

Feinster Bau der *Medulla oblongata* und der Brücke.

Wie beim Rückenmarke, so kann auch bei der *Medulla oblongata* nur an Präparaten nach *Golgi*'s Methode und vor allem an solchen von Embryonen und jungen Geschöpfen der feinste Bau ermittelt werden und giebt das Folgende die Ergebnisse, zu denen ich nach dieser bis anhin bei dem genannten Hirntheile, ausser durch *Held*, noch kaum verwendeten Methode gelangt bin.

In erster Linie bemerke ich, dass eine Reihe von Thatsachen, die *Golgi*, *Ramon y Cajal* und *ich* selbst beim Rückenmarke auffanden und beobachteten, auch für das Hinterhirn Geltung haben und zwar folgende:

1. Alle motorischen Kopfnerven entspringen mit ihren Fasern, ebenso wie die motorischen Wurzeln der Rückenmarksnerven, von besonderen Zellen, die meist haufenweise beisammen liegen und sogenannte Kerne, besser Ursprungskerne darstellen. Und zwar sind es auch hier in der Einzahl vorhandene Nerven- oder Achsencylinderfortsätze, die diese Verbindung bewirken, während die übrigen Fortsätze oder die Dendriten *(His)* in gewohnter Weise sich fein verästeln.

2. Die sensiblen Fasern des X. IX. VII. und V. Nerven, sowie alle Elemente des VIII. Nerven entspringen nicht im Marke, vielmehr sind die

Ansammlungen grauer Substanz, die man bisher als Kerne dieser Nerven betrachtete, Endstationen derselben, die ich schon in einer früheren Arbeit mit *His* als Endkerne bezeichnete. Die wirklichen Ursprünge der Fasern dieser Nerven liegen, wie *His* zuerst nachwies, in den extracerebralen Ganglien derselben *(Ganglia jugularia, petrosum, geniculi, Nervi cochleæ et Nervi vestibuli, Gasseri).*

Zu diesen grösseren Ganglien kommen nun noch eine bedeutende Anzahl bisher noch gar nicht berücksichtigter mikroskopischer Ganglien an Gehirnnerven, wie vor allem am Trigeminus und Glossopharyngeus in der Zunge *(Remak, ich),* welche meinen älteren und neueren Erfahrungen zu Folge wahrscheinlich nicht dem *Sympathicus* angehören, vielmehr als Ursprünge rein sensibler Fasern anzusehen sind.

3. In den sensiblen Endkernen endigen die Fasern der betreffenden Nerven mit feinen Verästelungen um die Zellen dieser Kerne herum, die mit denen der sensiblen Wurzelfasern im Marke übereinstimmen.

4. Gewisse sensible Nerven zeigen bei ihrem Eintreten in das verlängerte Mark Theilungen ihrer Wurzelfasern, wie solche an den sensiblen Wurzelfasern der Rückenmarksnerven sich finden und zwar vor allem der *Acusticus* und *Vago-Glossopharyngeus,* vielleicht auch der *Trigeminus.*

5. An allen sensiblen Wurzelfasern der Kopfnerven finden sich zahlreiche Nebenästchen, sogenannte Collateralen, wie sie auch an den dorsalen Rückenmarkswurzelfasern vorkommen, Elemente, die alle mit freien verästelten Enden ausgehen.

6. Die longitudinalen Elemente der Rückenmarkstränge zeigen in der *Medulla oblongata* ein doppeltes Verhalten, indem die einen hier ihr Ende erreichen, andere unverändert zu höheren Hirntheilen weiter ziehen. Zu den letzten Elementen gehören 1. die Pyramidenbahnen, die durch das ganze verlängerte Mark, die Brücke und die Hirnstiele zum grossen Hirn weiterziehen, 2. die Kleinhirnseitenstrangbahn, die in das *Cerebellum* eingeht, 3. wahrscheinlich gewisse Theile der Hinterstränge, die ebenfalls ins kleine Hirn eintreten, 4. vielleicht auch Theile der Vorderstranggrundbündel, die im *Fasciculus longitudinalis dorsalis,* dem hinteren Längsbündel der Autoren, verlaufen, und 5. die antero-laterale Bahn oder das Bündel von *Gowers* und die Seitenstrangreste, die in die longitudinalen Elemente der *Substantia reticularis grisea* sich fortsetzen.

Andere Rückenmarkstränge erreichen ihr Ende in der *Medulla oblongata,* wie die Mehrzahl der Fasern der *Fasciculi cuneati* und *graciles,* in welchem Falle dieselben in ähnlicher Weise sich verästeln und mit freien Ausläufern enden, wie die sensiblen Wurzelfasern und ihre Collateralen.

7. Zu allen Kernen der motorischen Hirnnerven treten Fasern der Pyramidenbahn, welche bei den willkürlichen Bewegungen die Einwirkungen des Gehirns auf dieselben vermitteln. Diese motorischen centrifugalen Leitungsbahnen 2. Ordnung enden in den motorischen Kernen mit freien Verästelungen.

8. In den motorischen Kernen enden ausserdem auch Fasern der sensiblen centripetalen Bahnen, welche wahrscheinlich von Collateralen der sensiblen Wurzelfasern der Kopfnerven selbst oder von solchen sensibler Leitungsbahnen zweiter Ordnung, wie den Schleifenfasern, und den Fortsetzungen der Vorder-

seitenstrangreste des Rückenmarks abstammen, Elemente, die bei den Reflexwirkungen sich betheiligen.

9. Von den Zellen der *Medulla oblongata*, mögen dieselben nun Endkerne sensibler Nerven sein oder anderweitige grössere Ansammlungen bilden, wie in der grossen Olive und ihren Nebenkernen, den Pyramidenkernen, den Kernen der Seitenstränge, den *Fasciculi graciles* und *cuneati*, den Brückenkernen, in der kleinen Olive, dem Trapezkerne, den Kernen des *Cerebellum*, oder mehr zerstreut vorkommen, wie in der *Substantia reticularis grisea*, entspringen allerorts Nervenfasern, die als Leitungsbahnen zweiter oder höherer Ordnung dienen. Solche Strangfasern sind die Schleifenfasern, die als centrale Bahnen der sensiblen Rückenmarksnerven anzusehen sind, ferner die denselben sich anschliessenden centralen Bahnen der Kopfnerven. Andere solche Bahnen zweiter oder höherer Ordnung, deren physiologische Bedeutung noch im Dunklen ist, sind die von den grossen Zellen der *Substantia reticularis grisea* und den grossen *Deiters*'schen Zellen entspringenden Nervenröhren, ferner die Oliven-Kleinhirnfasern, die von den Brückenkernen ausgehenden Bahnen u. s. w.

Alles zusammen genommen, würden somit alle Ansammlungen grauer Substanz auch in der *Medulla oblongata*, wie im Marke, zweierlei Nervenfasern enthalten und zwar a) zuführende (centrifugale oder centripetale, welche mit freien Verästelungen in denselben enden und b) ableitende (centripetale oder centrifugale) welche von den Zellen derselben entspringen.

10. Nicht nur die sensiblen Wurzelfasern, sondern auch viele Strangfasern der *Medulla oblongata* besitzen Collateralen, so vor allem die longitudinalen Fasern der *Substantia reticularis alba* und *grisea*, die Fasern des Trapezium, des *Fasciculus longitudinalis dorsalis*, die Schleifen- und Pyramidenfasern.

11. Die Nervenzellen der *Medulla oblongata* zeigen sich, soviel ich bis anhin ermitteln konnte, die meisten als dem I. Typus von *Golgi* angehörend, doch ist ihre Färbung im Ganzen so schwierig, dass ich nicht in der Lage bin, in dieser Beziehung eine ganz bestimmte Auskunft zu geben.

§ 140.

Feinerer Bau im Einzelnen. Ursprünge und Endigungen des 3.—12. Hirnnerven. Hypoglossus.

Dem im vorigen Paragraphen Ausgeführten zu Folge werden wir bei jedem motorischen Nerven zu schildern haben: 1. die graue Substanz, in welcher seine Fasern entspringen oder seinen Ursprungskern, 2. die centrifugal wirkenden Elemente, durch welche die Willenseinflüsse auf den motorischen Kern sich übertragen und 3. anderweitige Elemente, welche bei Reflexerscheinungen oder sonstwie auf den motorischen Nerven zu wirken im Stande sind.

Bei den sensiblen Nerven wird zu erforschen sein: 1. in welchen Bezirken grauer Substanz dieselben enden, 2. welche Fasern diese sensiblen Endkerne mit dem Sitze des Bewusstseins verbinden, 3. endlich in welchen Beziehungen die sensiblen Fasern zu den motorischen Kernen oder anderweitigen motorischen Bahnen stehen. Die Beantwortung dieser Fragen ist zum Theil eine sehr schwierige und sind wir in vielen Beziehungen erst am Anfange unserer Erkenntniss, wie die weiteren einzelnen Darstellungen zeigen werden.

I. Zungenfleischnerv, Hypoglossus (Fig. 461—464).

Der Hypoglossus besitzt einen gut begrenzten Hauptkern, der, solange als der Centralkanal noch geschlossen ist, an der ventralen Seite desselben, an die *Substantia reticularis* angrenzend, sich findet (Fig. 462), später bei geöffnetem Kanale am Boden der Rautengrube in der Gegend des sogenannten Hypoglossus-Dreiecks, medianwärts von der *Ala cinerea* seine Lage hat (Fig. 461). Die Länge dieses Kernes entspricht ungefähr derjenigen der grossen Olive und beträgt bis zu 18 mm *(Henle)*, während die grösste Dicke an dem in der Fig. 461 dargestellten Schnitte 1,57 mm und die Breite 2,28 mm betrug.

Fig. 461.

Der genannte Hypoglossuskern tritt an der spinalen Seite der Oliven in der Verlängerung des durch die sich kreuzenden Pyramidenfasern abgeschnittenen dorsalsten Theiles der motorischen grauen Hörner des Rückenmarks auf und kann als Fortsetzung eines

Fig. 461. Querschnitt der *Medulla oblongata* des Menschen in der Gegend des distalen Abschnittes des *Sinus rhomboidalis*. Nach einem *Weigert* von Prof. *O. Schultze*. Nr. 96. Vergrösserung 6 : 1. *Py* Pyramiden; *XX Radix hypoglossi*; *XII' Nucleus hypoglossi*; *O Oliva*; *Om Oliva medialis*; *Od Oliva dorsalis*; *ra Subst. reticularis alba, pars ventralis* (Schleifenschicht); *ra' Subst. reticularis alba, pars dorsalis* (Ventralstranggrundbündel oder *Fasciculus longitudinalis dorsalis*); *r* Raphe; *X Radix vagi*; *XI Radix accessorii*; *co* Kleinhirn-Olivenfasern; *X' Nucleus terminalis vagi*; *Fs Fasciculus solitarius* (absteigende Vago-Glossopharyngeuswurzel); *P* Ponticulus s. Ligula; *gr* Rest des *Fasciculus gracilis* mit der absteigenden Acusticuswurzel; *c* Rest des *Nucleus cuneati*; *Pc Pedunculus cerebelli*; *rgr Substantia reticularis grisea* mit den *Fibrae arcuatae internae*; *V* sensible Quintuswurzel. Zwischen ihr und den Oliven mehrere Nester grauer Substanz, der *Nucleus lateralis*.

Theiles derselben angesehen werden. Anfangs klein und nicht scharf begrenzt, zeichnet er sich sehr früh durch eine bei durchfallendem Lichte dunkle Färbung aus, so dass er schon mit unbewaffnetem Auge an erhärteten Stücken in der sonst hellen *Substantia grisea centralis* deutlich hervortritt. An ihrer ventralen Seite grenzen beide Kerne dicht an einander, während sie mit ihrem dorsalen Ende zugespitzt neben dem Centralkanale ihre Lage haben (Fig. 462), von welcher Zuspitzung auch noch später Andeutungen sich finden. Am Boden der Rautengrube angelangt, treten beide Kerne auseinander und begrenzen sich dorsalwärts durch eine dunkle Bogenlinie (Fig. 461), an welche unmittelbar das Ependym anstösst. So erhalten sich dieselben längere Zeit, bis sie in der Gegend der *Striæ acusticæ* je länger je ärmer an Zellen werden und endlich schwinden, wobei jedoch die oben erwähnte dunkle Begrenzungslinie sich erhält und mit einer ähnlichen schon früher

Fig. 462.

Fig. 462. Querschnitt durch die *Medulla oblongata* des Menschen mit noch geschlossenem Centralkanale. Nach einem *Weigert* von Prof. *O. Schultze* Nr. 33, Vergrösserung 6:1. *Py* Pyramiden; *F.arc Fibrae arc. superf. ventrales*; *F.arc*[1] *Fibrae arc superf. dorsales*; *F.arc*[2] *Fibrae arc. superf. laterales* (Kleinhirnseitenstrangbahn); *F.arc*[3] *Fibrae arc. superf. ventrales* zur Raphe ziehend; *F.arc.i Fibrae arc. internae* oder Schleifenfasern, von einer Vaguswurzel gekreuzt; *r* Raphe; *ra S. reticularis alba ventralis* (Schleifen- oder Olivenzwischenschicht); *ra' S. reticularis alba dorsalis* (*Fasc. longitudinalis dorsalis*); *O* Oliva; *Om Oliva medialis*; *Od Oliva dorsalis*; *XII* Hypoglossus; *XII'* Hypoglossuskern; *X'* Vaguskern; *Fs Fasciculus solitarius* (absteigende Vago-Glossopharyngeuswurzel) von starken Schleifenfasern umgeben; *Nl Nucleus lateralis*; *V* spinale Quintuswurzel; *Sg Substantia gelatinosa*; *Pc Pedunculus cerebelli* in Bildung; *c Fasciculus cuneatus* mit mehrfachen Kernen; *gr Fasciculus gracilis* mit seinem Kerne; *Pk* Pyramidenkern oder *Nucleus arcuatus*.

an der dorsalen Seite des *Fasciculus gracilis* und *cuneatus* vorkommenden zusammenhängt.

Eine zweite nach *Roller* sehr wichtige Ursprungsstelle des *Hypoglossus* soll an der ventralen Seite des Hauptkernes im Bereiche der *Substantia reticularis* ihre Lage haben. Hier finden sich theils kleine Zellenhäufchen, da und dort in die *Substantia reticularis* eingesprengt, theils ein besser begrenzter rundlicher, etwas grösserer, aus kleinen Zellen bestehender Kern (*Roller*'s kleinzelliger Hypoglossuskern), der besonders in der Gegend der proximalen Hypoglossuswurzelfasern seine Lage hat. *Koch* bestreitet, dass von diesen kleinen Zellen Hypoglossusfasern entspringen und auch ich vermochte nicht von dem Vorkommen solcher mich zu überzeugen. Für mich war besonders die Untersuchung von Embryonen an *Weigert*'schen Präparaten (Fig. 466) massgebend, bei denen im 6.—8. Monate nur die Hypoglossuswurzeln und einige wenige *Fibrae arcuatae* dunkelrandig sind, und sich mit Leichtigkeit nachweisen lässt, dass die grosse Mehrzahl der Hypoglossuswurzeln von dem grosszelligen Kerne entspringt.

In der Gegend des echten Hypoglossuskernes und des *Roller*'schen Kernes finden sich noch mehrfache Ansammlungen von Nervenzellen, von denen gewisse Beziehungen zum *Hypoglossus* haben könnten, andere derselben sicher ermangeln. Zu den ersteren gehören grössere multipolare Nervenzellen, die zerstreut in der *Substantia reticularis alba* und *grisea* zu beiden Seiten der Hypoglossuswurzeln in wechselnder Menge sich finden, welche von *Duval* als *noyaux antéro-laterals ou accéssoires* des *Hypoglossus* bezeichnet und auch von *Koch* als solche anerkannt werden. Wie die bildlichen Darstellungen dieser Autoren lehren (s. *Duval* Taf. XIV, Fig. 1, 3, *Koch* Fig. 1), verstehen dieselben unter diesen accessorischen Kernen z. Th. nichts als grosse Zellen, die in der Nähe der Hypoglossuswurzeln in der *Substantia reticularis* liegen, z. Th. wie *Duval* auch Zellen, die weit lateralwärts bis in die Gegend des dorsalen Olivennebenkernes reichen (s. Taf. XIII, Fig. 2, 8). Die ersteren Elemente können mit grosser Wahrscheinlichkeit als Ursprungsstellen einiger weniger Hypoglossusfasern angesehen werden, verdienen aber nicht den Namen besonderer Kerne, dagegen haben die lateralwärts gelegenen sicher keinerlei Beziehungen zu dem genannten Nerven.

Zu den Zellen und Kernen, die mit dem *Hypoglossus* nichts zu thun haben, zähle ich ferner: 1. kleinere und grössere, meist gestreckte längliche Zellen, die im dorsalsten Theile der *Raphe* und selbst zwischen den beiden grossen Hypoglossuskernen vorkommen; 2. kleinere Nervenzellen, die zwischen beiden Hauptkernen liegen und in gewissen Fällen zwei gut begrenzte rundliche oder ovale Massen darstellen; 3. den sogenannten *Nucleus funiculi teretis*, einen länglich-runden kleinzelligen Kern, der in der Gegend des sogenannten *Fasciculus teres* an der dorsalen medialen Seite des Hypoglossus-Hauptkernes oder dicht am *Fasciculus longitudinalis dorsalis* seine Lage hat (s. *Clarke* Phil. Trans. 1868 Pl. XI Fig. 38—40 K'. T.).

Die Hypoglossuswurzeln ziehen von ihrer Austrittsstelle an der medialen Seite der Oliven **S**-förmig gebogen, meist zwischen der Olive und dem medialen Olivennebenkerne in radiärem Verlaufe gegen ihren Kern in der Art, dass die Wurzelbündel im Längsschnitte betrachtet in ihrer Gesammtheit leicht pinsel-

förmig sich verbreitern und an ihrem cerebralen und spinalen Ende, eine Strecke weit, schief und selbst longitudinal dahinziehen. Nicht selten durchsetzen diese Wurzeln auch den medialen Theil des ventralen Olivenblattes, hie und da auch den genannten Nebenkern und in seltenen Fällen dringen Bündel derselben auch von der Seite tief in das Mark der Olive hinein und treten in querem Verlaufe aus dem Hilus derselben heraus.

Im Kerne oder in der Nähe desselben angelangt, treten die Elemente der einzelnen Bündel pinselförmig auseinander und durchziehen ihre Fasern in unregelmässigem Verlaufe mit vielen Krümmungen denselben, um endlich mit den nervösen Fortsätzen der Zellen sich zu verbinden, wie an nach *Golgi* gefärbten Präparaten leicht nachzuweisen ist. Die Zellen des Kernes sind multipolar mit reich verzweigten Dendriten und messen 40—60—70 μ (*ich*), doch kommen neben diesen, besonders an der dorsalen Seite des Kernes, auch einzelne kleinere Elemente von 25—30 μ vor. In dem sog. *Roller*'schen Kerne messen nach *Roller* die Zellen höchstens 15 μ. Ich finde hier untermengt mit kleinen Elementen auch solche von 20 bis 30 μ und ausserdem einzelne grosse Zellen, wie im genuinen Hypoglossuskerne, welche letzteren Elemente schon oben bei den sogen. accessorischen Kernen erwähnt wurden.

Fig. 463.

Zwischen den Zellen und Wurzelfasern des Hypoglossuskernes finden sich, wie wir zuerst von *Koch* erfahren haben, eine ungemeine Zahl der feinsten markhaltigen Nervenfasern, die besonders am dorsalen Umkreise des Kernes eine mehr minder dichte Zone bilden, die wesentlich aus Querschnitten und kurzen Bruchstücken von quer und den Kern bogenförmig umsäumenden Fäserchen besteht. Was diese von *Koch* als *Fibræ propriæ* bezeichneten Fäserchen bedeuten (Fig. 461), die an *Weigert*'schen Präparaten dem Hypoglossuskerne ein dunkleres Ansehen verleihen als allen anderen Kernen und besonders an seinem dorsalen Rande einen dunklen Begrenzungssaum erzeugen, den *Obersteiner* in seiner Fig. 115 als besonderes Marklager bezeichnet, ist nur an *Golgi*'schen Präparaten von Neugeborenen und Embryonen zu erkennen. Diese lehren, dass von der ventralen und lateralen Seite her eine grosse Menge feinerer und gröberer Achsencylinder in den Hypoglossuskern eintreten, in demselben sich aufs reichste verästeln und schliesslich wie überall die Nervenzellen umspinnend, mit freien Endbüscheln ausgehen (Fig. 463). Doch sind diese Verästelungen dichter als sonstwo, einzig und allein die kleine (obere) Olive ausgenommen.

Fig. 463. Aus dem Hypoglossuskerne eines neugebornen Hundes. *Golgi*, st. Vergr.

Die Herkunft und Bedeutung dieser zweiten Art von Nervenfasern im Hypoglossuskerne anlangend, so wird schon von verschiedenen Autoren angenommen (*Duval*, *Edinger*, *Obersteiner* u. A.), dass dieselben durch die *Raphe* von den Pyramiden kommen und die Einflüsse des Grosshirns auf den *Hypoglossus* übertragen, doch fehlen über solche Fasern bis anhin alle und jede bestimmten Angaben. Meine Erfahrungen lehren in dieser Beziehung Folgendes:

Es giebt zweierlei zuführende Fasern im Hypoglossuskerne, ebenso wie in jedem anderen motorischen Kerne und zwar erstens motorische Pyramidenfasern und zweitens sensible. Die Pyramidenfasern lassen sich nicht in ununterbrochenem Verlaufe bis zu den Hypoglossuskernen verfolgen, immerhin sprechen, abgesehen von den pathologischen Erfahrungen, folgende Thatsachen für das Vorkommen derselben. Erstens enthalten die Pyramiden, wie ich schon in der 5. Auflage nachwies (S. 287), eine bedeutende Menge von horizontalen Fasern, die vorzugsweise medianwärts gegen die *Raphe* ziehen und in derselben mehr weniger weit im *Diameter antero-posterior* verlaufen, und dann sich kreuzen.

Zweitens biegen von den dorsalen Fasern der *Raphe*, die den Hypoglossuskern ventralwärts umsäumen, wie schon *Koch* sah (s. Fig. 4), eine gewisse Anzahl in den Kern hinein, um in demselben in feine Verästelungen sich aufzulösen. Nichts steht der Annahme im Wege, dass diese Fasern in der *Raphe* eine Strecke weit ventralwärts verlaufen, dann auf die andere Seite übertreten und in der *Substantia reticularis alba* (der Olivenzwischenschicht) in dorsaventraler Richtung verlaufend schliesslich die Pyramiden erreichen. Denn in dieser Gegend sind ausnahmslos stärkere oder schwächere Züge in radiärer Richtung die Olivenzwischenschicht durchsetzender Fasern zu finden.

Drittens finde ich beim Menschen an *Weigert*'schen Präparaten, dass sowohl aus der *Raphe*, als auch direkt aus dem *Fasciculus longitudinalis dorsalis* an vielen Stellen stärkere oder schwächere Bündel feinster Fasern unmittelbar in den dunklen Saum der Hypoglossuskerne hineinziehen. Diese Fasern sind noch leichter als die sub 2 erwähnten auf die Pyramidenfasern zu beziehen, da bestimmt nachzuweisen ist, dass die ganze ventrale Hälfte der *Raphe* und mehr sehr viele im *Diameter antero-posterior* verlaufende von den Pyramiden abstammende Fasern enthält. Diese Fasern brauchten somit nach ihrer Kreuzung in der *Raphe* nicht auf längere Strecken in der Olivenzwischenschicht zu verlaufen.

Viertens erwähne ich eine grosse Zahl von radiär in den Hypoglossuskern eintretenden Fasern, die einem kleineren Theile nach die Hypoglossuswurzeln begleiten, grösstentheils aber aus der *Substantia reticularis grisea* zwischen den Hypoglossuswurzeln einerseits und den Wurzeln des X. und IX. Nerven anderseits stammen und in die seitlichen Theile des Kernes eintreten. Ein Theil dieser Elemente, die auch an Flächenschnitten schön zu erkennen sind, sind sensible zuleitende Fasern der genannten Hirnnerven (s. unten bei diesen), ein anderer erheblicher Abschnitt derselben hat jedoch offenbar eine andere Bedeutung. Es sind dies bis jetzt noch kaum gewürdigte Elemente, die meines Wissens in der 5. Aufl. (S. 287 sub 3. a)) zuerst von mir, später auch von *Meynert* (*Stricker* Bd. II, S. 792) und *Koch* (S. 61)

erwähnt wurden und die ich auch jetzt an *Weigert*'schen Präparaten von Erwachsenen und an versilberten embryonalen Organen sehr deutlich erkenne (s. St. 215). Aus der Gegend des dorsalen Olivenblattes ziehen durch die gesammte *Substantia reticularis grisea* eine Menge feiner Fasern und Faserbündel radiär gegen den Hypoglossuskern, um in demselben sich fein zu verästeln. Ob diese Fasern aus der Olive oder aus der Pyramide stammen, vermag ich für einmal nicht zu entscheiden. Im letzteren Falle wären dieselben von der entgegengesetzten Pyramide abzuleiten, würden durch die *Raphe* auf die andere Seite treten, als ventralste innere Bogenfasern die Oliven durchsetzen und dann radiär mit den anderen Bogenfasern sich kreuzend gegen den Boden der Rautengrube ziehen. Weitere Möglichkeiten wären die, dass diese radiären Fasern Collateralen der inneren Bogenfasern sind, oder dass sie Umbeugungen longitudinaler Fasern der *Substantia reticularis* ihren Ursprung verdanken (s. *Edinger* 1. Aufl. S. 119).

Weiter erwähne ich noch Verbindungen der beiden Hypoglossuskerne, sogenannte Kommissurenfasern, die beim Menschen in den Gegenden, in denen die beiden Kerne aneinandergrenzen, leicht zu erkennen sind und z. Th. als eine wirkliche Vereinigung der feinfaserigen oberflächlichen Lage der Kerne sich darstellen, die nicht als Kommissur bezeichnet werden kann, z. Th. durch eine geringere Zahl der feinsten Fäserchen zu Stande kommen, die für diesen Kern so bezeichnend sind. Die Bedeutung solcher Verbindungsfäserchen kann nur die sein, dass dieselben, ob sensibler, ob motorischer Natur, gemeinsame Thätigkeit von Theilen beider Kerne bewirken.

Kreuzungen der Hypoglossuswurzeln, die ich vor Jahren mit einigen Andern nach sehr mangelhaften Methoden gefunden zu haben glaubte, finden sich nicht. Ich hatte damals durch scheinbare Verbindungen der Wurzelfasern mit den dorsalsten Bogenfasern der *Raphe* mich täuschen lassen. Jetzt geben *Weigert*'sche Präparate vom verlängerten Marke von Embryonen, in denen im Hypoglossuskern nur die Wurzeln und einzelne Bogenfasern gefärbt sind, unzweideutige Ergebnisse.

§ 141.

II. Accessorius Willisii, Vagus, Glossopharyngeus.

A. Accessorius. (Fig. 464, 465.)

Der XI. Nerv kann mit Bezug auf seinen Ursprung in zwei Abtheilungen geschieden werden, eine spinale und eine cerebrale (*Accessorius spinalis* und *Accessorius vagi, Schwalbe*). Der *Accessorius spinalis* entspringt, wie *Clarke* (Phil. Trans. 1858, Fig. 11, 19) und *ich* (5. Aufl. Fig. 197) vor langer Zeit schon gezeigt haben und wie dann besonders von *Roller* durch sorgfältige Untersuchungen weiter ausgeführt wurde, aus dem motorischen Horne von einem besonderen rundlichen Zellenkerne, der an der lateralen dorsalen Seite des Zellenhaufens seine Lage hat, von welchem die ventralen Wurzeln der ersten fünf Cervikalnerven entspringen. Die Elemente beider dieser Kerne stimmen vollkommen miteinander überein und ebenso

sind auch die Fasern dieser Theile des *Accessorius* durch ihren vorwiegend bedeutenden Durchmesser denen der ventralen Wurzeln gleich.

Was den Verlauf der einzelnen Wurzeln des *Accessorius spinalis* anlangt, so ist derselbe nicht bei allen gleich. Die distalen Wurzeln liegen mehr dorsalwärts im Seitenstrange, ja selbst im lateralen Theile der *Substantia gelatinosa* (Fig. 464), während die proximalen Wurzeln quer durch den Seitenstrang treten (Fig. 465). In beiden Fällen können die Wurzeln aus einem, zwei, seltener drei, ja selbst vier Bündelchen bestehen. Sind zwei vorhanden, so ist das ventrale Bündel zarter, das dorsale dicker. Beide dringen einander parallel, gerade oder gebogen, selbst S-förmig gekrümmt an der ventralen Seite der *Substantia gelatinosa* durch den Seitenstrang medianwärts, wobei sie entweder ganz horizontal oder leicht schief cerebralwärts verlaufen. In der Höhe des *Fasciculus cuneatus* angelangt, biegen sich die ventralen Bündel unter rechtem Winkel um und wenden sich gegen den oben geschilderten Kern, so jedoch, dass dieselben immer noch schief hirnwärts steigen und niemals an Einem Querschnitte in ihrem gesammten Verlaufe von der Umbiegungsstelle bis zum Kerne sichtbar sind. Anders verhalten sich die gröberen dorsalen Wurzelbündel. Da wo die anderen Bündel ihre horizontale Umbiegung erleiden, biegen dieselben hirnwärts in die Längsrichtung um, erscheinen an vielen Querschnitten einfach quer durch-

Fig. 464.

Fig. 464. Querschnitt des Halsmarkes eines Embryo von 7 Monaten. *Weigert*, Ser. III Nr. 23, Breite 4,78 mm, *Diam.-dorso-ventralis* 4,44 mm. *g Goll*'sche Stränge; *B Burdach*'sche Stränge; *sw* sensible Wurzel; *a* Accessorius; *lp* Pyramidenseitenstrangbahn; *mw* motorische Wurzeln; *vp* Pyramidenvorderstrangbahn. Im Ventralhorne zwei Kerne, ein lateraler, dem Accessorius angehörend, ein medialer für die motorischen Cervicalnervenwurzeln; *lp* und *vp* sind noch marklos.

schnitten und gehen endlich unter einer nochmaligen Umbiegung in das letzte, im *Diameter dorso-ventralis* gelegene Endstück über, das wie bei den andern Fasern leicht schief aufsteigend zum Kerne zieht. Bevor die Wurzelbündel im Kerne anlangen, zerfasern sie sich und enden dann wie pinselförmig.

In dieser Weise lässt sich der *Accessorius spinalis* leicht noch in der Gegend der Pyramidenkreuzung und in dem unteren Theile der Schleifenkreuzung nachweisen (Fig. 465), bis zu der Stelle, wo die ersten Spuren der Olive auftreten. *Darkschewitsch* glaubt denselben noch bis in die Höhe

Fig. 465.

des unteren Drittheiles der Olive verfolgt zu haben und lässt den Kern desselben allmählich bis dicht an die *Substantia grisea centralis* treten (*His* und *Braune*'s Arch. 1885 Taf. XV, Fig. 4), wogegen *Roller* für eine Endigung in der Grenzgegend beider Kreuzungen sich ausspricht. Ich habe den *Accessorius spinalis* mit Sicherheit nur bis zu der angegebenen Stelle gesehen und vermisste ihn da, wo der Hypoglossus auftritt.

Der *Accessorius vagi* ist grob anatomisch an der Aussenseite der *Medulla oblongata* sehr leicht zu erkennen, nur schwer und nicht immer sicher

Fig. 465. Unterster Theil der *Medulla oblongata* eines achtmonatl. menschl. Embryo (Nr. 7) nach *Pal*, 14mal vergrössert. *XI* Accessorius; *XI'* Accessoriuskern; *CI* Cervicalis I; *Gr* *Fasciculus gracilis* mit Kern; *C* *Fasciculus cuneatus*; *C'* markhaltige vom Cuneatus in das Ventralhorn ausstrahlende Collateralen; *Sg* *Subst. gelatinosa*; *Ca* *Comm. alba*; *P* Pyramidenbündel marklos; *P'* Bündel der Pyramidenseitenstrangbahn quer und schief getroffen, noch marklos, mit zahlreichen markhaltigen longitudinalen und horizontalen Fasern; *VG* Ventralstranggrundbündel; *Ks* Kleinhirnseitenstrangbahn.

an Querschnitten, ausser wenn man den Nerven bis zu seinem Kerne zu verfolgen im Stande ist. Im Allgemeinen kann man sagen, dass alle Nervenbündel, die an der ventralen Seite der aufsteigenden Quintuswurzel austreten, mit Wahrscheinlichkeit auf diesen Theil des *Accessorius* bezogen werden dürfen, alle Bündel dagegen, die durch diese Wurzel oder an der dorsalen Seite derselben einziehen, dem *Vagus* oder *Glossopharyngeus* angehören. Der Kern des *Accessorius vagi*, aus dem die Wurzeln direkt nach aussen abgehen, ist theils der genuine motorische Kern des *Vagoglossopharyngeus*, der *Nucleus ambiguus*, theils ein in der lateralen Verlängerung desselben befindlicher nicht unbedeutender Kern, der unter Umständen aus mehreren Abschnitten besteht und oft ziemlich nahe an die Oberfläche des verlängerten Markes heranreicht. Der *Accessorius vagi* führt vorwiegend feine Nervenfasern.

Darkschewitsch lässt einen Theil des *Accessorius spinalis* aus dem *Burdach*schen Strange oder aus seinem Kerne hervorgehen (S. 368, 377 Fig. 3). Auch ich sah Bilder, die in diesem Sinne gedeutet werden konnten, doch habe ich mich überzeugt, dass es sich in diesen Fällen um weit dorsalwärts verlaufende Accessoriuswurzeln handelte.

Derselbe Autor erwähnt nur caudalwärts verlaufende longitudinale Abschnitte der Accessoriuswurzeln, die ich nicht bezweifeln will, obschon ich sicher bin, dass in meinen Fällen der entgegengesetzte Verlauf vorhanden war. *Roller*, der das Umbiegen von Accessoriuswurzeln in die longitudinale Richtung zuerst erwähnt, spricht sich über den Verlauf nicht näher aus, meint aber offenbar cerebralwärts ziehende Elemente.

Nach *Roller* sollen auch Fasern des Seitenstranges in die Accessoriuswurzeln übergehen (l. c. S. 484 Fig. 4). Ich glaube ein solches Verhalten bezweifeln zu dürfen und sind, was *Roller* gesehen hat, offenbar nichts als die überall im gesammten Umkreise der grauen Substanz aus den Strängen in dieselbe eintretenden Collateralen (siehe beim Rückenmarke).

Was den feineren Bau des Kernes des *Accessorius spinalis* betrifft, so beweisen *Golgi*'sche Präparate von Embryonen und Neugeborenen, dass derselbe ganz mit den Kernen der motorischen Wurzeln der *Nervi spinales* übereinstimmt, mit anderen Worten, dass in demselben die Zellen von feinsten verästelten Fäserchen umsponnen werden, welche auf Collateralen und direkte Umbiegungen der Elemente der Ventralstränge und Seitenstränge, vor allem der Pyramidenbahnen, zurückzuführen sind. Ebenso gehen auch direkte und indirekte Ausläufer der sensiblen Wurzelfasern in den Kern ein.

Der *Accessorius vagi* ist nach Allem, was wir wissen, ebenfalls ein motorischer Nerv, der die Kehlkopfsmuskulatur innervirt und in seinen Endigungen im *Nucleus ambiguus* und seinen sonstigen Beziehungen sich ebenso verhält, wie der motorische Theil des IX. und X. Nerven.

B. Vagus und Glossopharyngeus (Fig. 461—469).

Wir fassen diese beiden Nerven zusammen, weil ihre Wurzeln im Innern der *Medulla oblongata* in der Gegend, in denen die Nerven aneinandergrenzen, in keiner Weise unterschieden werden können und auch z. Th. beiden Nerven gemeinschaftlich sind.

Beide diese Nerven, deren gemischte Natur feststeht, haben unmittelbare Beziehungen zu mindestens drei Theilen des verlängerten Markes und ausser-

dem noch mittelbare zu anderen Hirnnerven und zu gewissen Hirnabschnitten, vor allem zum Cerebrum.

Die ersteren Verhältnisse anlangend, so ergeben sich einmal Verbindungen dieser Nerven mit einem bisher sogenannten Ursprungskerne sensibler Wurzelfasern, zweitens solche mit einem motorischen Kerne und drittens endlich ein Zusammenhang mit einem eigenthümlichen Längsbündel, dem *Fasciculus solitarius*.

Der sogenannte sensible Kern des *Vago-Glossopharyngeus* ist, wie wir jetzt wissen, keine Ursprungsstätte von Fasern dieser Nerven, sondern ein Endkern, in welchem dieselben frei enden, während von den Zellen desselben andere Fasern entspringen, die Verbindungen mit anderen Hirntheilen eingehen. Von diesen wird später die Rede sein und betrachten wir vorerst den Endkern. Derselbe liegt bei geschlossenem Centralkanale an der dorso-lateralen Seite des Hypoglossuskernes, mit dem er nahezu in derselben Höhe auftritt und unterscheidet sich von diesem durch sein helleres Aussehen und seine geringere Grösse (Figur 462 X^1). Mit der Eröffnung des Centralkanales rücken beide genannten Kerne an den Boden der Rautengrube und nimmt dann der Vago-Glassopharyngeusendkern eine ganz oberflächliche Stellung an der lateralen Seite des Hypoglossuskernes ein (Fig. 461 und Fig. 466, X^1), deren Ausdehnung die *Ala cinerea* entspricht.

Pt
S
VIIIa
Fs
S'
X'
Xm
XII
RC
PC
Fld
V
IX
X
X^2
OC
S^2
O
XII
P

Fig. 466.

Fig. 466. *Medulla oblongata* eines menschlichen Embryo von 8 Monaten. 10 : 1. (Präp. 115, 116.) *P* Pyramide marklos mit einigen dunkelrandigen Fasern; *O* Olive mit Nebenoliven; *OC* Oliven-Cerebellarfasern; *PC Pedunculus Cerebelli*; *Pt* Ponticulus; *IX*, *X* Vago-Glossopharyngeuswurzeln; X^1 Vago-Glossopharyngeuskern, sensibler; *Fs Fasciculus solitarius* mit abtretender Wurzel; *Xm* Motorische Vago-Glossoph.-Wurzel mit Umbiegung; X^2 Motorischer Vago-Glossoph.-Kern (*Nucleus ambiguus*); *V* sensible V-Wurzel; *VIIIa* Absteigende VIII-Wurzel; *F.l d Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *S* mediale, S^1 laterale Schleifenfasern; S^2 Schleifenschicht als Olivenzwischenschicht; *RC* Hinterstrang-Kleinhirnbahn; *XII* Hypoglossuskern und Wurzel.

In dieser Lage bleiben die Theile längere Zeit, nur tritt mit dem Kleinerwerden des Hypoglossuskernes allmählich der dorsale Acusticuskern an die Stelle des Vago-Glossopharyngeusendkernes und zieht sich der letztere mehr in die Tiefe zurück, um dann ungefähr in derselben Querschnittsebene, wie der Hypoglossuskern, ebenfalls zu verschwinden.

Der Vago-Glossopharyngeusendkern, dessen bei Weitem grösserer und vor Allem der ganze distale Theil dem Vagus zukommt, ist durch die geringere Grösse seiner Elemente von 30—40 μ Länge, 12—20 μ Breite und deren trotz der mehrfachen Fortsätze doch meist spindel- oder keulenförmige Gestalt ausgezeichnet. Auch stehen die Längsachsen dieser Zellen fast ausnahmslos in der Richtung der Vaguswurzeln schief, bei einigen allerdings auch mehr senkrecht. Was diesen Kern ferner auszeichnet, ist die geringe Menge dunkelrandiger Fasern, die derselbe an *Weigert*'schen Präparaten zeigt und unterscheidet sich derselbe hierdurch sehr wesentlich von dem benachbarten Hypoglossuskerne.

Bezüglich auf den feinsten Bau, wie derselbe an *Golgi*'schen Präparaten sich darstellt, zeigt dieser Kern ebenfalls Eigenthümlichkeiten. Die Nervenfasern, die in denselben eintreten, verästeln sich zwar, wie an andern Orten, und gehen in Endbüschel aus; doch sind dieselben im Ganzen wenig zahlreich und zeigen keine solchen Beziehungen zu den Zellen, wie im Hypoglossuskerne, so dass von einem die Zellen umgebenden Filze von Endigungen hier keine Rede sein kann.

Die Wurzelbündel des *Vago-Glossopharyngeus*, die zu dem Endkerne gelangen, stellen im Allgemeinen dünne Bündel dar, welche zu einem oder mehreren in einer Querschnittsebene in der Gegend eintreten, wo die sensible Trigeminuswurzel sich findet. Dieselben durchbrechen diese Wurzel und die ihr anliegende *Substantia gelatinosa* (Fig. 461, 466, IX, X) und ziehen gerade oder mit leichten Biegungen auf den Endkern zu, in dem sie sich verlieren. In der Nähe des Endkernes angelangt, zeigen einzelne ihrer Fasern bereits innerhalb der Stämmchen Theilungen, wie solche dann im Endkerne an allen Fasern auftreten, dagegen vermisst man an der Eintrittsstelle dieser Wurzeln Theilungen, wie sie an den sensiblen Wurzeln der Rückenmarksnerven sich finden. Ebenso wenig finden sich Collateralen an denselben. Ueber die nähere Beschaffenheit der Zellen des Vagusendkernes gaben mir *Golgi*'sche Präparate bisher nur geringe Aufschlüsse, da es mir nicht gelang, dieselben in grösserer Zahl zu färben. Ich sah einfache nervöse Fortsätze in mehreren Fällen und ein einziges Mal einen solchen, der drei feine Seitenästchen abgab, ohne seine Individualität zu verlieren. Alle diese Fortsätze gingen ventralwärts ab und wird später die Frage zu erörtern sein, mit welchen Theilen dieselben sich verbinden.

Wie viel von diesem Endkerne auf Rechnung des *Vagus*, wie viel auf diejenige des *Glossopharyngeus* kommt, ist an mikroskopischen Präparaten nicht zu bestimmen, es sei denn, dieselben würden Stücke betreffen, von denen die einen nur den äusserlich sichtbaren Glossopharyngeusstamm, die andern denjenigen des *Vagus* enthielten. Es bleibt somit nichts übrig, als die obersten Theile des Kernes dem 9., die unteren dem 10. Nerven zuzurechnen.

Eine zweite Endigung von Vago-Glossopharyngeuswurzeln findet sich in dem sogenannten *Nucleus ambiguus*, den ich als motorischen Vago-Glossopharyngeuskern bezeichne. Dieser Kern (Fig. 466, X^2) liegt dorsalwärts vom dorsalen Olivennebenkern an der medialen Seite der absteigenden Trigeminuswurzel und der Vago-Glossopharyngeuswurzeln und besteht aus multipolaren Zellen von 38—76 μ, im Mittel von 50—60 μ, deren Längsdurchmesser meist in der Richtung der aus dem Kerne entspringenden Fasern steht. Die genaueren Verhältnisse dieses Kernes sind schwer nachzuweisen, indem derselbe an seinen beiden Enden sehr undeutlich ausgeprägt ist. An nach *Weigert* gefärbten Präparaten eines 6 Monate alten menschlichen Embryo fand ich, dass derselbe gerade spinalwärts von der Olive in der Gegend des Beginnes der Schleifenkreuzung seinen Anfang nimmt und Anfangs nur aus 3—5 Zellen in jedem Querschnitte besteht. Nach und nach wird der betreffende Kern stärker und schärfer begrenzt und zeigt seine grösste Entwicklung von der Gegend der Eröffnung des Centralkanales oder des *Calamus scriptorius* bis zum Auftreten der ersten aus dem *Fasciculus solitarius* abgehenden Wurzeln. Von da an wird der Kern, dessen grösster Durchmesser bei dem genannten Embryo in der Querrichtung 0,24—0,45 mm und im *Diameter dorso-ventralis* 0,14—0,18 mm betrug und der in maximo 20—25—30 Zellen auf dem Querschnitte zeigte, wieder kleiner und endet noch unterhalb des cerebralen Endes der Olive in der Gegend des Auftretens des *Nervus cochleae*. Verglichen mit dem Hypoglossuskerne ist der *Nucleus ambiguus* länger, denn wenn auch beide ziemlich in derselben Gegend beginnen, so reicht doch der motorische Vago-Glossopharyngeuskern erheblich weiter in der Richtung nach dem Gehirn zu.

Beim Erwachsenen ist es sehr schwer, die Grenzen des *Nucleus ambiguus* zu bestimmen, besonders an *Weigert*'schen Präparaten, und gelang dies noch am Besten an mit Karmin gefärbten Objekten.

An solchen fand ich wechselnde Grössenverhältnisse, wie bei dem vorhin erwähnten Embryo, ebenso dieselbe Ausdehnung des *Nucleus ambiguus* nach beiden Seiten und die nämliche Zahl der in den einzelnen Querschnitten vorhandenen Zellen. In der Gegend, wo der Kern gut entwickelt war, mass derselbe in der Quere von 0,42—1,0 mm und im *Diameter dorso-ventralis* 0,14—0,42 mm und war meist ziemlich gut begrenzt. Seine Entfernung von den Vago-Glossopharyngeuswurzeln betrug in sagittaler Richtung 1,2—1,7 mm und sein Abstand vom lateralen Ende der dorsalen Nebenolive 1,8—2,5—4,4 mm, welche grösseren Zahlen die Gegenden betreffen, in denen die genannten Nebenoliven an die mediale Seite der Oliven gerückt sind.

Bezüglich auf den feinsten Bau des *Nucleus ambiguus*, so findet man an Präparaten nach *Golgi* an den Zellen desselben einfache nervöse Fortsätze, die jedoch nie weit sich verfolgen lassen. *Vincenzi* bildet eine schöne Zelle von *Golgi*'s II. Typus aus dem *Nucleus ambiguus* ab. Auf der anderen Seite sind an *Golgi*'schen und *Weigert*'schen Präparaten Umbiegungen gewisser Bündel der Vago-Glossopharyngeuswurzeln und Fortsetzungen der Fasern derselben in der Richtung auf den *N. ambiguus* zu mit Leichtigkeit nachzuweisen. Diese Fasern bilden, wie bekannt, keine zusammenhängenden Bündel, wie die Wurzelfasern, aus denen sie hervorgehen, was sich leicht begreift, wenn man weiss,

dass dieselben stets über grössere Strecken sich ausbreiten, weil der *Nucleus ambiguus* als einheitlicher ununterbrochener Kern sich darstellt.

Zwischen den Zellen des *Nucleus ambiguus* breiten sich überall feine Faserverästelungen aus, deren Herkunft nicht so bestimmt als es wünschbar wäre, zu ermitteln war. Unzweifelhaft stammt ein Theil derselben von der sensiblen Quintuswurzel ab, von welcher aus zahlreiche Collateralen medianwärts bis in die Gegend des genannten Kernes und noch weiter verlaufen. Anderseits geben auch die Längsfasern der *Substantia reticularis grisea* eine grosse Zahl von Nebenästchen (Collateralen) ab, die überall zwischen den Bündelchen derselben feinste Verästelungen erzeugen und auch im Umkreise der Zellen des *Nucleus ambiguus* vorhanden sind. Während Beziehungen der sensiblen Quintus-Elemente zu den motorischen Vago-glossopharyngeuselementen physiologisch leicht zu deuten sind, ist es schwer, eine Erklärung der zweitgenannten Art von Beziehungen zu geben. Wenn die Längsfasern der *Substantia reticularis grisea* auf die Vorder-Seitenstrangreste der *Medulla spinalis* zurückzuführen sind, wie wir oben andeuteten, die wesentlich eine sensible Leitungsbahn II. Ordnung darstellen, so würden Beziehungen derselben zum motorischen Vago-Glossopharyngeuskern bedeuten, dass auch sensible Elemente der Spinalnerven vielleicht gekreuzt auf diese Kopfnerven einzuwirken im Stande sind, eine Annahme, die sich nicht unschwer thatsächlich belegen liesse.

Direkte Beziehungen der sensiblen Vago-Glossopharyngeuswurzelfasern zum *N. ambiguus* sind mir bisher nicht zu Gesicht gekommen; immerhin wäre es denkbar, dass solche Fasern oder Collateralen derselben für sich oder zusammen mit den motorischen zu dem betreffenden Kerne verliefen.

Wie viele Fasern aus dem *Vagus*, wie viele aus dem *Glossopharyngeus* zum *Nucleus ambiguus* verlaufen, ist in keiner Weise anatomisch zu entscheiden. Immerhin geht aus dem Auftreten dieses Kernes weit unten im Bereiche der untersten Vaguswurzeln hervor, dass derselbe jedenfalls in seiner ganzen Länge motorische Vagusfasern enthält, während auf der andern Seite die Thatsache, dass auch in der Gegend, in welcher der *Fasciculus solitarius* oder die absteigende Vago-glossopharyngeuswurzel ihre am meisten hirnwärts gelegenen Wurzelbündel entsendet, der *Nucleus ambiguus* immer noch vorhanden ist, unumstösslich beweist, dass auch der IX. Nerv hier im Spiele ist.

Wie wir oben sahen, steht auch der Accessorius zum *Nucleus ambiguus* in Beziehung und geht direkt von demselben lateralwärts ab.

Die dritte Endigung des Vago-Glossopharyngeus ist die absteigende Wurzel oder der *Fasciculus solitarius* von *Lenhossek* (*slender column, Clarke*; runde Bündelformation, gemeinschaftliche aufsteigende Wurzel des seitlichen gemischten Systems, *Meynert;* Respirationsbündel, *Krause*, *Gierke*; *Bandelette solitaire, Duval*). Dieses Faserbündel (Fig. 461, 462, 466, *Fs.*) stellt im Allgemeinen einen in der Gegend der proximalsten Glossopharyngeuswurzeln beginnenden und längs aller Vaguswurzeln bis jenseits der Pyramidenkreuzung verlaufenden cylindrischen Strang dar, der an seinem cerebralen Ende nach und nach aus eintretenden Vagus- und Glossopharyngeuswurzeln sich zusammensetzt und hier seine grösste Dicke besitzt. Weiter in der Richtung gegen das Rückenmark zu verlaufend, wird der *Fasciculus solitarius* je länger um so schmächtiger und verschwindet endlich in

einer noch nicht genau bestimmten Gegend des Halsmarkes, worüber weiter unten mehr.

Die genaueren Verhältnisse des *Fasciculus solitarius*, wie sie beim Menschen an Querschnitten sich ergeben, sind folgende: In der Gegend des Beginnes der Schleifenkreuzung und des spinalen Endes der Oliven (Fig. 462) liegt derselbe an der lateralen dorsalen Seite des sensiblen Endkernes des Vago-Glossopharyngeus, 1,1 mm von der Medianebene entfernt und misst von 0,10—0,18—0,21 mm im Durchmesser. Von da an wird das Bündel allmählich stärker, entfernt sich von der Medianebene und liegt in der Gegend des *Calamus scriptorius* schon weit lateralwärts (Fig. 461), 4,27 mm von der Medianebene entfernt und mit einer Dicke von 0,80 mm. Im weiteren Verlaufe steigen die Durchmesser des *Fasciculus longitudinalis* allmählich bis zu 1,42 mm und entfernt sich derselbe bis zu 5,7 mm von der Medianebene, um dann zuletzt in der Gegend des Eintrittes der Acusticuswurzeln und des cerebralen Endes der Olive (Fig. 452) in 7,0—7,5 mm Abstand von der *Raphe* mit einem Durchmesser von 1,14 : 0,42 mm als längliche birnförmige Masse in die letzten Glossopharyngeuswurzeln überzugehen. Der gesammte spinale Theil des *Fasciculus solitarius* ist ohne alle Verbindung mit Vago-Glossopharyngeuswurzeln und treten solche erst diesseits des *Calamus scriptorius* auf in einer Gegend, wo das Bündel 1,0—1,14 mm misst und um 4,84 mm von der Medianebene entfernt ist. Von da an aber bilden dieselben eine nahezu zusammenhängende Reihe, von denen die ersten aus der ventralen Seite des Solitarbündels herauskommen, während dieselben später mehr aus der Mitte heraustreten. In dieser Gegend ist dann auch die den *Fasc. solitarius* umgebende graue Substanz besonders entwickelt und tritt oft wie in besonderen Nestern auf. Ferner finden sich hier Nervenzellen auch weit in den Wurzelbündeln drin, so dass die Uebergangsstellen derselben in den *Fasciculus solitarius* oft wie langgestreckte Ganglien erscheinen.

Fig. 467.

Weitere Aufschlüsse über den *Fasciculus solitarius* gewinnt man an Längsschnitten. Bei neugeborenen Katzen fand ich an *Golgi*'schen Präparaten an Frontalschnitten folgende Verhältnisse (Fig. 467). Der *Fasciculus*

Fig. 467. *Medulla oblongata* einer neugeborenen Katze (*Golgi*) frontal (6 : 1). *Fs Fasciculus solitarius*, absteigende Vago-Glossopharyngeuswurzel auf einer Seite mit den eintretenden Wurzeln.

solitarius bildet sich dicht jenseits der Acusticuswurzeln durch den Zusammentritt von 8—10 Wurzelbündeln, die eines hinter dem Andern die absteigende Quintuswurzel durchbohren und nach und nach sich vereinigend einen 0,17—0,22 mm starken Stamm bilden, der schief medianwärts absteigt und nach und nach sich verschmälert. In der Höhe des spinalen Endes der Oliven nähern sich beide Stränge der Medianebene bis auf 0,58 mm, treten dann aber im weiteren Verlaufe in der Höhe der Pyramidenkreuzung wieder auseinander, so dass sie um 0,85 mm von der Mitte abstehen, um endlich wieder der Medianebene zuzustreben. Jenseits der Pyramidenkreuzung verlieren sich die *Fasciculi solitarii* in etwa 0,50 mm Entfernung von der Mitte im Bereiche des lateralen Theiles der *Fasciculi graciles* und war es unmöglich nachzuweisen, ob sie hier endeten oder noch weiter zogen. Bei der erwachsenen Katze war es an Querschnitten *Weigert*'scher Präparate sehr schwer, die *F. solitarii* abwärts zu verfolgen und an einer guten Serie von Längsschnitten ergab sich dies als noch schwieriger, so dass ich ganz davon abstehen musste, hier ihr distales Ende zu bestimmen.

Fig. 468.

Beim Menschen dagegen ergaben Frontalschnitte an *Weigert*'schen Präparaten sehr gute Resultate (Fig. 468), doch habe ich zu bedauern, dass meine Schnitte nicht über den *Calamus scriptorius* heraus reichten und somit das proximale Ende des *Fasciculus solitarius* und seine Zusammensetzung aus den betreffenden Nervenwurzeln nicht erhalten war.

Fig. 468. Frontalschnitt der *Medulla oblongata* des Erwachsenen, dorsale Seite. 4 : 1 nach Pal. *cs Calamus scriptorius*; *d* Schleifenkreuzung; *g F. gracilis*; *f.arc Fibr. arc. int.*; *c Cuneatus*; *fs F. solitarius*; fs^1 *F. solitarius*, Umbiegung; fs^2 *F. solitarius*, Anschluss an den *F. cuneatus*; *pc Ped. cerebelli* oder *Corpus restiforme*.

In der Fig. 468 ist bei viermaliger Vergrösserung ein Frontalschnitt der *Medulla oblongata* dargestellt, der den *Fasciculus solitarius* in der ganzen Länge desselben von 24 mm zeigt. Die cerebralen Enden des Stranges stehen um 4,70 mm von der Medianebene ab und messen 0,5—0,6 mm in der Breite. Dann nähern sich dieselben, bis sie in der Gegend des spinalen Endes der Oliven, 6 mm jenseits des *Calamus scriptorius*, nur noch um 1,7 mm von der Medianebene entfernt sind und verschmälern sich zugleich auf 0,2 mm und darunter. Hierauf folgt in der Gegend des cerebralen Endes der Pyramidenkreuzung nochmals auf einer kurzen Strecke ein Auseinandertreten der *Fasciculi solitarii* bis auf 2,85 mm von der Medianebene und endlich ein fortschreitendes Konvergiren bis zum Ende des Schnittes. In diesem ganzen letzten Abschnitte fliesst die absteigende Vago-Glossopharyngeuswurzel so mit dem *Fasciculus cuneatus* zusammen, dass sie nicht mehr von demselben unterschieden werden kann und halte ich es für unmöglich, auf anatomischem Wege ihr Ende zu bestimmen.

Bezüglich auf den feineren Bau der absteigenden Vago-Glossopharyngeuswurzel, so erkennt man schon an *Weigert*'schen Präparaten des Erwachsenen, dass dieselbe aus feineren und feinsten Nervenfasern besteht und an vielen Orten graue Substanz beigemischt enthält, welche meist wie eine einseitig ansitzende Lage erscheint und in der Regel die mediale Seite des Nervenfaserbündels einnimmt, andere Male aber auch an der lateralen Seite liegt oder das Faserbündel rings umfasst. Weitere Aufklärungen gewähren Präparate von jungen Geschöpfen nach *Golgi*'s Methode und habe ich an solchen vor allem bei der Katze und einem menschlichen Embryo von 4 Monaten an Längs- und Querschnitten folgendes gefunden: Die Nervenfasern des *Fasciculus solitarius* zeigen sowohl Theilungen als Collateralen, doch sind die ersteren nicht in einer solchen Weise angeordnet, dass eine Vergleichung mit den dorsalen Wurzeln der Rückenmarksnerven zulässig wäre, indem dieselben nicht in einer und derselben Höhe, sondern über das ganze Bündel verbreitet sich finden, so dass sich auch nicht sagen lässt, ob dieselben an allen Fasern desselben sich finden. Immerhin ist die Zahl derselben eine ganz ansehnliche. Ebenso finden sich auch zahlreiche Collateralen und neben denselben Faserenden in Form von Umbiegungen, wie solche bereits beim Rückenmark beschrieben wurde. Die Collateralen sowohl, wie die umbiegenden Stammfasern (Fig. 469) zeigen die gewöhnlichen feinen Verästelungen und Endbüschel und umgeben mit einem reichen Flechtwerk die in der Nähe des *Fasciculus solitarius* gelegenen Nervenzellen. Diese sind von geringer Grösse, multipolar und senden ihren nervösen Fortsatz meist ventralwärts. Da es mir noch nicht gelang, einen solchen Fortsatz auf grösseren Strecken zu verfolgen, so vermag ich auch nicht zu sagen, ob derselbe unverästelt bleibt oder nicht und welches sein weiterer Verlauf ist. Doch möchte kaum zu bezweifeln sein, dass diese Fortsätze früher oder später in die Längsrichtung umbiegen und eine Verbindung der betreffenden Vago-Glossopharyngeuswurzel mit andern Hirntheilen herstellen. In dieser Beziehung verdient alle Beachtung, dass an *Weigert*'schen Präparaten meist an beiden Seiten vom *Fasciculus solitarius* Bogenfasern abgehen (Fig. 462), die als selbständige Bildungen den Schleifenfasern sich beimengen, welche aus der Gegend des *Fasciculus gracilis* abstammen und mit denselben in der *Raphe*

mit gleichen Bündeln der anderen Seite sich kreuzend auf die andere Seite übertreten. Wir hätten somit auch hier, wie bei andern sensiblen Nerven, eine in die Schleife übergehende gekreuzte sensible Bahn II. Ordnung.

Verbindungen des *Fasciculus solitarius* mit dem Hypoglossuskerne scheinen nicht vorzukommen. Die Endigungen seiner Fasern und Collateralen bedecken zwar einen nicht ganz geringen Raum um denselben herum, immerhin gelang es mir bisher nicht, dieselben durch den sensiblen Endkern des Vagus hindurch bis zum Kerne des zwölften Nerven zu verfolgen.

Die Verbindungen des Vagus und Glossopharyngeus mit andern Theilen anlangend, so frägt sich einmal, mit welchen Theilen die Zellen der Endkerne beider Nerven zusammenhängen und zweitens, welche Beziehungen andere Hirntheile mit dem motorischen Kerne derselben haben.

Die Verbindungen des *Nucleus ambiguus* oder des motorischen Vago-Glossopharyngeuskernes sind z. Th. oben schon besprochen worden und wurden dort erwähnt: 1. Beziehungen zur sensiblen Quintuswurzel und 2. zu den Collateralen der Längsfasern der *Substantia reticularis grisea*, welche Längsfasern als vom Rückenmark heraufziehende sensible Bahnen II. Ordnung gedeutet wurden. Auf welchem Wege die Bahnen für die willkürlichen Bewegungen oder die Pyramidenfasern mit diesem Kerne in Verbindung stehen, war nicht sicher zu ermitteln, doch könnten aus den Pyramiden stammende *Fibrae rectae* der *Raphe* und Fortsetzungen derselben in *Fibrae arcuatae internae* diese Rolle übernehmen oder von derselben Quelle direkt abzuleitende *Fibrae arcuatae ventrales* (s. auch *Obersteiner* S. 394).

Fig. 469.

Die nicht mit dem *Fasciculus solitarius* zusammenhängenden sensiblen Vago-Glossopharyngeuswurzeln enden einmal in dem Endkern und erregen die hier befindlichen Nervenzellen, deren nervöse Fortsätze ventralwärts verlaufen und wohl unzweifelhaft der Schleifenfaserung sich beigesellen, in der *Raphe* sich kreuzen und eine sensible Leitung II. Ordnung zum Gehirn darstellen.

Doch muss hervorgehoben werden, dass weder an *Golgi*'schen noch an *Weigert*'schen Präparaten stärkere Faserbündel nachzuweisen sind, die wie die

Fig. 469. Ein Stück der *Fasc. solitarius* der neugebornen Katze nach *Golgi*. Bei starker Vergrösserung gezeichnet und verkleinert, mit den Verästelungen der Nervenfasern desselben und mit Collateralen.

Schleifenfasern verlaufen, und überall im Endkerne nur vereinzelte Fasern vorkommen, die denselben sich beigesellen.

Eine zweite Beziehung der genannten sensiblen Elemente ergiebt sich zum Hypoglossuskerne und zur *Raphe*. In der Fortsetzung der Vago-Glossopharyngeuswurzeln ziehen mehr weniger starke Bündel an der ventralen Seite des Hypoglossuskernes dicht an den Bündeln der *Substantia reticularis grisea* und des *Fasciculus longitudinalis dorsalis* gegen die *Raphe*. In diesem Verlaufe geben dieselben eine grössere Zahl von Fasern an den Kern des XII. Nerven ab, welche, wie *Golgi*'sche Präparate lehren, in demselben sich verästeln und enden. Andere dieser Fasern gehen, indem sie auf ihrem Wege Collateralen an den Hypoglossuskern abgeben, allem Anscheine nach bis in die *Raphe*, kreuzen sich da und biegen auf der anderen Seite in die dorso-ventrale Richtung um, indem sie durch den *Fasc. longitudinalis dorsalis* verlaufen. Das weitere Schicksal dieser Fasern, die ich bis jetzt nur bei einem neugeborenen Kaninchen sah, konnte ich nicht ermitteln.

Der *Fasciculus solitarius* steht durch die Zellen seiner grauen Substanz, die ebenfalls einen sensiblen Endkern darstellen, wie oben schon dargelegt wurde, wahrscheinlich ebenfalls mit den Schleifenfasern in Verbindung, ob mit dem XII. Nerven, musste ich zweifelhaft lassen.

In der Auffassung des XI., X. und IX. Nervenpaares machen sich immer noch die widersprechendsten Ansichten geltend. Besonders beachtenswerth ist die Annahme von *Roller*, der zufolge der IX. Nerv nur Eine Wurzel haben soll, den *Fasciculus solitarius* und nur Einen Kern, die graue Substanz, die diesen Strang umgiebt. Gegen diese Auffassung spricht ganz entschieden der Umstand, dass im Bereiche der obersten Wurzeln, die in den *Fasc. solitarius* eingehen und die ganz sicher dem Glossopharyngeus angehören, auch Wurzeln vorkommen, die an der ventralen Seite des *F. sol.* vorbeigehen und zu einem Kerne ziehen, der in der Fortsetzung des Vaguskernes liegt. Diese Verhältnisse sah ich am deutlichsten an Frontalschnitten bei neugeborenen Kätzchen, doch waren dieselben auch an Querschnitten *Weigert*'scher Präparate des Menschen zu erkennen. Da ferner der *Nucleus ambiguus* auch in der Gegend der in den *F. solitarius* eintretenden Wurzeln sich findet, so glaube ich mich berechtigt anzunehmen, dass nicht nur der Vagus, sondern auch der Glossopharyngeus motorische Wurzeln besitzt.

Ein strittiger Punkt ist die Erstreckung der absteigenden Vago-Glossopharyngeuswurzel in spinaler Richtung. *Krause* lässt den *F. solitarius* in Gestalt von Bündeln stärkster Nervenfasern bis zum vierten Cervikalnerven verlaufen und will einige wenige Fasern desselben bis in die Gegend des achten Halsnerven verfolgt haben und *Schwalbe* zieht für diese Aufstellung auch eine Beobachtung von *Goll* heran (Denkschr. d. med.-chir. Ges. d. Kant. Zürich 1860 S. 163), dass bis zur Halsanschwellung und weiter herab starkfaserige Längsbündel an der ventralen und lateralen Seite des Dorsalhornes in der Gegend der *Proc. reticulares* sich finden. Es ist jedoch die Angabe von *Krause*, dass der *F. solitarius* aus stärksten Nervenfasern und Achsencylindern mit nur wenigen feinen Fasern bestehe, nicht richtig und zeichnet sich dieses Bündel gerade umgekehrt durch die Feinheit seiner Elemente aus. Zur Aufklärung dieser wichtigen Sache ersuchte ich Kollege *Krause* um Mittheilung von Präparaten über sein Respirationsbündel und erhielt von ihm einen Querschnitt aus der Gegend des vierten Cervikalnerven von dem Marke eines 22jährigen Mäd-

chens. Dieses Präparat lehrt aufs Entschiedenste, dass die betreffenden Fasern nicht dem *Fasc. solitarius* angehören, da dieselben in der That fast alle zu den stärksten im Marke vorkommenden gehören und würde ich dieselben unbedingt dem *Accessorius spinalis* zuzählen, wenn nicht die Stärke der betreffenden Bündel Bedenken erregte (*Henle-Pick*'sches Bündel?).

Nach einer neuesten Mittheilung von *His* (1890) reicht der *Fasc. solitarius* schon bei menschlichen Embryonen von 6 Wochen bis in das Rückenmark herab und am Schlusse des 2. Monates lasse sich derselbe als zusammenhängendes Bündel noch ein gutes Stück über die Nackenkrümmung hinaus verfolgen und gehe dann seitwärts in die Längsbündel des Markes über, Angaben, mit denen meine oben erwähnten Erfahrungen an Längsschnitten ganz gut stimmen, die eine Erstreckung des *F. sol.* beim Menschen bis etwa 23 mm unter den *Calamus scriptorius* ergaben.

Mit Rücksicht auf die Erstreckung des *F. solitarius* gegen das Rückenmark zu ist noch der Angabe *Roller*'s über den Kern dieses Stranges zu gedenken. Derselbe soll noch etwas weiter nach dem Marke zu sich erstrecken als der Strang selbst (*Roller*, Fig 2, 3 und 4). Ich kenne die von *Roller* erwähnten Heerde kleiner Zellen ebenfalls, bin aber nicht in der Lage zu behaupten, ob Fasern des *Fasciculus solitarius* zu denselben sich begeben und bemerke nur, dass da, wo der Strang selbst erkennbar ist, die zu demselben gehörende graue Substanz niemals einen getrennten besondern Kern bildet, wie in der Fig. 4 von *Roller* und ziehe ich daher die betreffenden Zellen zum Vaguskern.

Die Frage, ob der *Fasciculus solitarius* zum IX. oder zum X. oder zu beiden Nerven gehöre, wird in neuester Zeit seit *Roller* meist im ersteren Sinne beantwortet, ich glaube jedoch wie *His* denselben beiden Nerven zurechnen zu müssen. *His* stützt sich auf die Entwicklung dieser Nerven, die lehrt, dass beide in den *Fasc. solitarius* übergehen (Entw. d. m. Rautenhirns Tab. IV, Fig. 18 und S. 65) und ausserdem noch andere Wurzeln besitzen und ich schliesse aus der Zahl und Stärke der Wurzelbündel, die den *F. solitarius* bilden, dass dieselben nicht nur dem dünnen Glossopharyngeus angehören können.

Eine Beziehung des *Nucleus ambiguus* zu Vago-Glossopharyngeuswurzeln der gekreuzten Seite (*Obersteiner*, *Bechterew*) ist mir ebenso wenig wie *A. Bruce* vorgekommen. Desgleichen vermag ich auch nicht mit *Edinger* (3. Aufl. 156) eine Kleinhirnwurzel des Vago-Glossopharyngeus (*Edinger*'s direkte sensorische Kleinhirnbahn) anzunehmen.

Bei *Roller* und *Holm* (Norsk mag. f. Laegere 1892 S. 1, 6 Taf.) finden sich noch eine Reihe abweichender und besonderer Angaben über den Vagus und Glossopharyngeus, die ich nicht zu bestätigen im Stande bin, auf die ich hiermit verweise.

§ 142.

III. Acusticus (Fig. 470—488).

Der Hörnerv entspringt vom *Ganglion spirale cochleae* und von der *Intumescentia ganglioformis Scarpae*, die beide bipolare Ganglienzellen enthalten, und tritt mit zwei Wurzeln, die durch die vereinten Be-

mühungen verschiedener Forscher, wie *Duval, Bechterew, Forel,* als *Nervus cochleae* und als *Nervus vestibuli* erkannt wurden, in das verlängerte Mark ein, um hier in bestimmten Endkernen sein Ende zu erreichen. Der *Nervus cochleae* oder die laterale Wurzel (die oberflächliche, untere oder hintere Wurzel der Autoren) liegt der *Medulla oblongata* näher und unterscheidet sich von der medialen Wurzel oder dem *N. vestibuli* (der tiefen, oberen, vorderen Wurzel der Autoren) durch ihre Lage zum *Pedunculus cerebelli,* indem dieselbe an der lateralen Seite desselben verläuft, während der *N. vestibuli* seiner medialen Seite folgt (Fig. 470, *Nc* und *Nv*).

Mit diesen Wurzeln stehen nun verschiedene Ansammlungen grauer Substanz in Verbindung, die sich folgendermassen unterscheiden.

Fig. 470.

1. Der ventrale oder laterale Kern (*Synonyma:* vorderer Kern, accessorischer Kern, lateraler Kern der vorderen Wurzel, *Acusticusganglion*) liegt anfänglich ganz und gar an der lateralen Seite des *Nervus cochleae,* z. Th. ausserhalb der eigentlichen Hirnsubstanz, ähnlich den Spinalganglien der dorsalen Wurzeln, z. Th. zwischen demselben und dem Flocculus. Schon bevor jedoch dieser Ast des Acusticus, zwischen dessen Bündeln auch schon Ganglienmasse sich findet, ganz in die *Medulla oblongata* eingetreten ist, begiebt sich die Ganglienmasse an die mediale Seite desselben und liegt nun zwischen dem

Fig. 470. Querschnitt durch den distalen Theil der Brücke eines Fötus von acht Monaten, *Pal*'sche Färbung. Vergr. 6 : 1. Nr. 143. *P* Oberflächliche Brückenfasern marklos; *Py* Pyramiden marklos; VIII^1 *Ganglion ventrale acustici,* aus welchem das markhaltige Trapezium entspringt; VIII^2 *Ganglion dorsale acustici*; *Nv Nervus vestibuli;* VII^2 austretende Facialiswurzel; *VII* Facialiskern mit dem ersten Abschnitte der Wurzel; *VI* Abducenswurzeln; *L Lemniscus*, Schleifenschicht; *Fl Fasciculus longitudinalis*; *F.arc.i Fibrae arcuatae internae*; *Nc Nervus cochleae*; *Pc Pedunculus cerebelli*; *Aa* spinale Acusticuswurzel; *rgr Substantia reticularis grisea*; *V* spinale Trigeminuswurzel; V^1 Trigeminusendkern oder *Subst. gelatinosa.*

N. cochleae und dem *N. vestibuli* (Fig. 470, 472), in welcher Lage das Ganglion sich erhält (Fig. 471), bis dasselbe, zugleich mit dem gänzlichen Eintreten des *N. vestibuli* auch sein Ende erreicht (Fig. 455). Noch genauer lässt sich die Ausdehnung dieses ventralen Kernes bestimmen nach dem *Corpus trapezoides*, dessen Fasern grösstentheils in diesem Kerne entspringen und welches in seiner Längenerstreckung mit demselben gleichen Schritt hält.

Am lateralen oder ventralen Kerne, der beim Menschen nach *Krause* 5 mm lang ist, im *Diameter antero-posterior* 3 mm und in der Breite 2 mm beträgt, lässt sich beim Menschen eine dorsale von einer ventralen Abtheilung unterscheiden. Die letztere besitzt mehr rundliche Zellen, beim Menschen von 25—35 μ, bei der Katze von 56—64 μ Durchmesser, welche durch ihre dichte Lagerung an die Elemente der Spinalganglien erinnern, mit denen sie auch, wie *Meynert* seiner Zeit mit Recht angab, durch das Vorkommen zellenhaltiger Scheiden oder Kapseln übereinstimmen, ein Verhalten, das einzig in seiner Art dasteht und noch keine bestimmte sichere Erklärung gefunden hat. Die dorsale Abtheilung des Kernes, das sogenannte *Tuberculum acusticum* (*Tuberculum laterale*, das oberflächliche *Acusticusganglion*) besitzt grösstentheils kleinere, mehr zerstreut liegende Zellen von 10—16 μ, z. Th. auch grössere längliche Zellen bis zu 30 μ und darüber (Fig. 478) und ist bei Thieren viel entwickelter als beim Menschen. Eine deutliche Schichtung in drei Zonen, eine oberflächliche mit kleinen Zellen (Körner), eine mittlere mit mehreren Reihen grösserer und länglicher, meist radiär gestellter Elemente und eine tiefe Lage wieder mit kleineren Elementen, welche mehrere Autoren (*Onufrowicz, Obersteiner*, 2. Aufl., S. 385, *L. Sala* p. 7) im *Tuberculum acusticum* beschreiben, ist nur bei Säugethieren bestimmt ausgesprochen und beim Menschen nicht nachzuweisen.

Fig. 471.

Fig. 471. Dorsaler Theil eines Querschnittes der *Medulla oblongata* eines menschl. Embryo von 6 Monaten, *Weigert*, 13 : 1. *Fl Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *VI* Abducens; *VI'* Abducenskern; *VII* Fac.-Kern; VII^1 aufsteigende Fac.-Wurzel; VII^2 Fac.-Knie; VII^3 austretende Fac.-Wurzel; *Tr Trapezium*; *Oo* kleine Olive; *Nv Nervus vestibuli*; *VIII* ventrales Acusticusganglion; *VIII'* absteigende Vestibulariswurzel; *D* Kern von *Deiters*; *V* sensible Quintuswurzel; *Frh Fovea rhomboidalis*.

2. Der dorsale mediale oder der Hauptkern des Acusticus *(Schwalbe)* (der ventrale Acusticuskern, *Stieda;* der innere Acusticuskern, *Clarke-Meynert;* der mediale Kern der hintere Wurzel, *Krause;* der mediale Theil

Fig. 472.

des *Nucleus superior, Henle;* der dreieckige Kern, *Nucleus triangularis,* das dreieckige Acusticusfeld) (Fig. 461 zwischen *P* und *Fs*; Fig. 472 *VIII*²;

Fig. 472. Querschnitt durch die *Medulla oblongata* in der Gegend des Acusticuseintrittes vom Menschen. Nach einem *Weigert* von Prof. *O. Schultze* Nr. 147. Vergrösserung 7 : 1. *Py* Pyramiden; *PK Nucleus arciformis*; *O* Olive; *Od Oliva dorsalis*; *ra Substantia reticularis alba* ventraler Theil oder Schleifenschicht; *ra' Substantia reticularis alba P. dorsalis* oder *Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *r* Raphe; *co* Kleinhirn-Olivenfasern; *V Radix sensibilis quinti*; *VIII*¹ *Ganglion ventrale acustici*; *VIII*² *Ganglion dorsale acustici*; *NC Nervus cochleae*; *Pc Pedunculus cerebelli*; *IX Radix suprema glossopharyngei*; *R.d VIII Radix descendens acustici*; *F.arc.i Fibrae arcuatae internae*; *Str.ac. Stria acustica*; *rgr Subst. reticularis grisea.*

Fig. 470 *VIII 2*) beginnt an der lateralen Seite des sensiblen Vago-Glossopharyngeusendkerns oder der *Ala cinerea* und zieht sich soweit als das *Tuberculum acusticum* von *Schwalbe* (Neurologie Fig. 254 *ta*), indem er da, wo der Vago-Glossopharyngeuskern in die Tiefe tritt, an den Hypoglossuskern sich anreiht und zuletzt in der Höhe des Facialiskernes allein an der medialen Seite der aufsteigenden Acusticuswurzel seine Lage hat (Fig. 470), um dann vor dem Erscheinen des Abducenskernes zu verschwinden. Dieser Kern, der im Querschnitte eine dreieckige Masse darstellt, zeigt keine scharfe Begrenzung und enthält kleinere, meist dreieckige und spindelförmige, auch wohl multipolare Nervenzellen von 20 μ mittleren Durchmessers.

Fig. 473.

3. Der dorsale laterale Kern oder der Kern von *Deiters* (*Synonyma:* grosszelliger Kern, äusserer Acusticuskern, medialer Kern der vorderen Wurzel, lateraler Theil des *Nucleus superior*). In der Gegend der schon mehrfach (S. 204, 216) erwähnten absteigenden Acusticuswurzel, die in der Fortsetzung des *Fasciculus cuneatus* auftritt, bildet sich die von Anfang an in diesem Strange vorhandene graue Substanz, oder der *Nucleus Fasciculi cuneati*, sobald das Gebiet der Acusticuswurzeln erreicht ist, in eigenthümlicher Weise um, indem die Zellen desselben eine sehr bedeutende Grösse annehmen (beim Menschen 40—60—100 μ; bei der Katze 57—114 μ) und schöne multipolare Bildungen darstellen (Fig. 465, 466, 470 *VIII*², 471 *D*). Dieser Kern nimmt von unten nach oben an Masse zu und liegt anfänglich ganz seitlich am Boden der Rautengrube. Da, wo die *Pedunculi cerebelli* in's kleine Gehirn eintreten, rückt derselbe allmählich dorsalwärts, kommt an die Seitenwand des IV. Ventrikels zu

Fig. 473. Querschnitt durch die *Medulla oblongata* eines menschlichen Embryo von acht Monaten dicht an der Brücke, Nr. 135 der Serie, *Weigert-Pal,* achtmal vergr. *P* Theil der Brücke; *Pyr Pyramis*; *O* grosse Olive; *L Lemniscus medialis*; *V* sensible Quintuswurzel; *Fs Fasciculus solitarius* mit Glossopharyngeuswurzel; *NC Nervus cochleae*; *Gv Ganglion ventrale acustici* mit dem Tuberculum an dessen lateraler Seite; *NC'* sekundäre dorsale Bahn aus dem *Ganglion* um den *Pedunculus cerebelli Pc* herum zum *Corpus trapezoides*; *VIIId* absteigender Vestibularisast.

liegen und zeigt seine grösste Entwicklung (sog. *Bechterew*'scher Kern, *Nucleus angularis*, Hauptkern des *Nervus vestibularis, Flechsig*), um dann mit dem Auftreten des *Facialis* und dem Schwinden der Wurzeln des *Nervus vestibuli* wieder abzunehmen und endlich zu schwinden.

Den Verlauf der Acusticuswurzeln betreffend, so ergiebt sich folgendes:

Der *Nervus cochleae* zieht im Allgemeinen bogenförmig an der lateralen Seite um den *Pedunculus cerebelli* herum, wobei er das *Ganglion ventrale* durchsetzt. Hierbei endigt auf jeden Fall die grosse Mehrzahl seiner Elemente zwischen den Zellen beider Abtheilungen des genannten Ganglion, während es zweifelhaft erscheint, ob ein Theil desselben um den *Pedunculus cerebelli* herum

Fig. 474.

Fig. 475.

weiterdringt und den hier liegenden Bogenfasern sich beigesellt, von denen noch weiter die Rede sein wird.

Der *Nervus vestibuli* dringt weiter cerebralwärts als der Schneckennerv in das Innere des verlängerten Markes und verläuft an der medialen Seite des *Ganglion ventrale* zwischen der aufsteigenden Trigeminuswurzel und dem *Pedunculus cerebelli* oder dem *Corpus restiforme* dorsalwärts, um in der Gegend des früheren *Fasciculus cuneatus* sich zu verlieren. Hier gehen seine Fasern

Fig. 474. Frontalschnitt in der Gegend des *Ganglion ventrale acustici* von einer neugeborenen Katze, geringe Vergrösserung (*Golgi*). *NC Nervus cochleae* mit seinen Theilungen im *Ganglion ventrale*; *Vd* sensible Quintuswurzel; *EK* Endkerne derselben oder *Substantia gelatinosa*.

Fig. 475. Die Theilungsstelle der Fasern des *Nervus cochleae* der vorigen Figur, stärker vergrössert und senkrecht gestellt.

einem Theile nach sich umbiegend in die Bündel der absteigenden Acusticuswurzel von *Roller* über und ziehen in der Längsrichtung distalwärts bis in die Gegend der Schleifenkreuzung. Ein anderer Theil der Faserbündel dringt in den dorsalen Kern und in den *Deiters*'schen Kern ein und löst sich um die Zellen dieser Kerne in letzte Endigungen auf.

In Betreff des feineren Verhaltens der beiden Aeste des Acusticus gewinnt man nur an versilberten Präparaten von Neugeborenen und Embryonen eine volle Einsicht und habe ich bei solchen folgendes ermittelt.

Fig. 476.

Der *Nervus cochleae* unterscheidet sich vom *Nervus vestibuli* ausser durch seine Lage, durch seine feineren Fasern, die zwischen 1,0 und 2,5 μ betragen, ferner, wie hier gleich bemerkt werden kann, dadurch, dass seine Fasern später markhaltig werden als diejenigen des *Nervus vestibuli*. Seine Endigung anlangend so halte ich es für ganz sicher, dass wenn nicht alle, so doch die grosse Mehrzahl seiner Fasern im ventralen Kerne und zwar in beiden Abtheilungen desselben ihr Ende findet, welcher Kern somit als Endkern des Schneckennerven zu bezeichnen ist. Beim Eintritte in diesen Kern gehen die Nervenfasern sehr zierliche Theilungen unter rechten Winkeln ein, so dass der eine Theilungsschenkel hirnwärts, der andere medullarwärts verläuft, von welchen Theilungen die Fig. 474 bei geringer Vergrösserung eine Vorstellung giebt, während in der Fig. 475 ein Theil dieser Elemente bei stärkerer Vergrösserung von einem Frontalschnitte und in Fig. 476 von einem Querschnitte dargestellt ist. Verfolgt man diese Theilungsäste weiter, so findet man, dass dieselben innerhalb des genannten Ganglion unter wiederholten Theilungen in feinste Endbäumchen sich auflösen und die Zellen des Ganglion umspinnen (Fig. 477).

Diese Endbäumchen sind dichter und zierlicher als man dieselben in irgend einem anderen Kerne wahrnimmt, den des Hypoglossus nicht ausgeschlossen, und sieht ein gut versilbertes *Ganglion ventrale acustici* ganz schwarz mit

Fig. 476. Theilungen der Fasern des *Nervus cochleae* der neugeborenen Katze in einem Frontalschnitte. Stärkere Vergrösserung (*Golgi*).

helleren runden Lücken aus, in denen die feinsten reichsten Verästelungen auf den Zellen und um dieselben herum sich finden. Auch an *Weigert*'schen Präparaten von älteren Embryonen und vom Erwachsenen tritt in diesem Kerne eine solche Menge feinster dunkelrandiger Fäserchen auf, dass leicht ersichtlich ist, dass, vielleicht die letzten Enden abgerechnet, die genannten Endigungen aus markhaltigen Fäserchen bestehen.

Der *Nervus cochleae* endet, ausser im *Nucleus ventralis,* noch in anderen Theilen. Bei neugeborenen Katzen sah ich an *Golgi*'schen Präparaten eine gewisse Zahl von Fasern desselben hart um den Kleinhirnstiel herum dorsalwärts verlaufen (Fig. 478), welche Fasern z. Th. Collateralen mit feinen Endigungen in das *Tuberculum acusticum* abgaben und z. Th., wenigstens die oberflächlichsten in demselben endeten (Fig. 478 *Nc*). Ganz ähnliche direkt vom *N. cochleae* abstammende Fasern zeigen auch menschliche Embryonen und Erwachsene und ist in beiden Fällen nicht daran zu

Fig. 477.

Fig. 478.

Fig. 477. Aus dem *Ganglion ventrale acustici* (grosszelliger Theil) der neugeborenen Katze mit den Endverästelungen des *Nervus cochleae* um die Zellen herum. Methode von *Golgi*. Starke Vergr.

Fig. 478. Theil eines Querschnittes durch den *Pedunculus cerebelli PC* und das *Tuberculum acusticum* einer neugeborenen Katze. Stärkere Vergr. (*Golgi*). *Nc* Fasern des *Nervus cochleae,* die im *Tuberculum acusticum T.a* sich verästeln; *Nc'* Fasern desselben Nerven, die um den Pedunculus herumziehen; *c* Collateralen solcher Fasern; *tz* drei grosse Zellen des Tuberculum; *n* Achsencylinder derselben dorsalwärts gerichtet (Anfänge von Fasern der *Striae acusticae*).

denken, dieselben als *Striae acusticae* zu deuten, welche bei Embryonen zu einer Zeit noch marklos sind, in welcher der *Nervus cochleae* bereits markhaltige Fasern besitzt. An *Golgi*'schen Präparaten kann man überdies sehen, dass die *Striae* nicht direkte Fortsetzungen des *Nervus cochleae* sind, sondern von den Zellen des *Tuberculum acusticum* entspringen (Fig. 478). Das genauere Verhalten dieser *Striae* wird unten bei den Verbindungen des *Acusticus* weiter besprochen werden.

Was nun die Bedeutung der eben erwähnten um den Kleinhirnstiel herumziehenden Fasern betrifft, so bin ich nicht in der Lage, eine bestimmte Ansicht zu äussern. Nach *Held* schliessen sich dieselben der von *Flechsig* und *ihm* sogenannten dorsalen centralen Bahn aus dem ventralen Acusticuskerne an (Archiv von *His* und *Braune* 1891, p. 272), doch kann ich nicht finden, dass er für diese Behauptung einen Beweis erbracht hat, obschon auch ich nach Beobachtungen an älteren menschlichen Embryonen nicht abgeneigt bin, dieser Auffassung beizupflichten. Jedenfalls aber bin ich der Ansicht, dass wenigstens ein Theil der genannten Fasern an der dorsalen lateralen Seite des *Pedunculus cerebelli* in den dorsalsten Theilen des *Tuberculum acusticum* endigt.

Der *Nervus vestibuli*, der durch gröbere Nervenfasern von 2,0—3,0—4,0 μ und früheres Markhaltigwerden beim Embryo sich auszeichnet, zeigt in der Höhe der sensiblen Quintuswurzel und an der dorsalen Seite derselben ebenfalls, wie der *Nervus cochleae*, gabelförmige Theilungen mit zahlreichen Collateralen im Verlaufe der Fasern, die alle seine Elemente zu betreffen scheinen und an Frontalschnitten cerebral- und spinalwärts verlaufen, so dass die Vermuthung berechtigt erscheint, dass die letzteren in die absteigende Wurzel übergehen, die ersteren in die dorsalen Acusticuskerne. An Querschnitten theilt sich der *Nervus vestibularis* meist auch wie in zwei Abtheilungen (Fig. 453), eine mediale, die als kompakter Strang bis in die Nähe der schon früher beschriebenen Felder der Querschnitte der absteigenden Wurzel gelangt (Fig. 449 R. d. VIII, 453 *A a*) und dann in einzelne Bündel auseinander tretend bogenförmig mit den Bündeln der genannten Wurzel sich vereint, und eine laterale. Die letztere liegt dicht am *Pedunculus cerebelli* an und dringt früher als die andere dorsalwärts ein, während sie zugleich in einzelne lange schmale Bündelchen sich zerfasert. Von diesen treten da und dort einzelne oberflächlich in den *Pedunculus cerebelli* ein, welche Elemente offenbar zur Annahme besonderer Kleinhirnvestibularfasern (*Cl. Sala* p. 11) Veranlassung gegeben haben, ohne wirklich solche zu sein (Fig. 453 links), denn dieselben verlaufen wie die anderen lateralen Bündel und treten schliesslich in den *Nucleus dorsalis* und in die Kerne von *Deiters* und *Bechterew* ein. Diese drei Kerne und die zahlreichen Zellen, welche die absteigende Wurzel umgeben, sind somit als die Endkerne des *Nervus vestibularis* anzusehen. Diese absteigende Wurzel ist an Frontalschnitten mit Leichtigkeit zu erkennen und auch von *Bruce* in drei Bildern auf seinen Tafeln XVII und XVIII dargestellt worden. Meine Fig. 479 zeigt ebenfalls einen guten Theil derselben an der medialen Seite des sich entwickelnden *Pedunculus cerebelli* und zwischen beiden graue Massen, welche die Fortsetzung des *Nucleus cuneatus (Nc)* sind.

Was den feineren Bau der Endkerne des *Nervus vestibularis* anlangt, so unterscheiden sich dieselben sehr wesentlich vom Endkerne des *Nervus cochleae*,

dem *Nucleus ventralis,* indem in denselben nur schwache Andeutungen der dichten Endverästelungen sich finden, die wir früher beschrieben haben. Einem guten Theile nach hängt dies offenbar damit zusammen, dass alle Endkerne des *N. vestibularis,* verglichen mit demjenigen des Schneckennerven, einen ganz lockeren Bau besitzen. Während im *Ganglion ventrale,* wie in einem Spinalknoten, Zelle an Zelle liegt, sind in den anderen Kernen die Zellen durch grössere Zwischenräume getrennt, was selbst von den an grossen Zellen reichsten Kernen von *Deiters* und *Bechterew* gilt. Wenn daher selbst im *Nervus vestibularis* die Endbäumchen so reich und fein verzweigt wären, wie im *Nervus cochleae,* so würde das Ganze doch ein anderes Aussehen gewinnen, und da dies nicht einmal der Fall ist, so begreift sich leicht, dass diese Kerne an *Golgi*'schen und *Weigert*'schen Präparaten sehr hell aussehen, jedoch immer noch nicht so hell, wie der Endkern des *Vago-Glossopharyngeus.*

Die Nervenzellen dieser Vestibularisendkerne zeigen nichts Auffallendes, abgesehen von der Grösse. An den grösseren Zellen sind die Achsencylinder leicht nachzuweisen, aber nur selten auf grössere Strecken zu verfolgen und ist es daher nicht möglich zu sagen, nach welchen Richtungen etwa die aus denselben sich zusammensetzenden Faserbündel verlaufen. Auch *L. Sala,* der einzige, der bis jetzt diesen nervösen Fortsätzen eine grössere Aufmerksamkeit geschenkt hat, sah dieselben im Allgemeinen nach sehr verschiedenen Richtungen abgehen, jedoch vorwiegend bei den beiden dorsalen

Fig. 479.

Fig. 479. Frontalschnitt der *Medulla oblongata* des Menschen. Nr. 81, 82 der Serie, zweimal vergrössert (*Weigert*). *ngr Nucleus funiculi gracilis; nc Nucleus fun. cuneati; Pc*¹ distaler Theil des *Pedunculus cerebelli; Pc* proximaler Theil desselben; *VIIId* absteigende Vestibulariswurzel; *VI* Abducenskern; *VII*¹ aufsteigende Facialiswurzel durch das innere Knie in *VII*² die austretende Wurzel übergehend; *fld Fasciculus longitudinalis dorsalis; Brc Brachium conjunctivum; Ll Lemniscus lateralis.*

Kernen medianwärts. Seitenästchen fehlen gewöhnlich an diesen Fortsätzen; ich sah bis anhin keine solche und *Sala* nur sehr selten.

Von den Verbindungen des *Nervus acusticus* mit anderen Theilen des centralen Nervensystems erwähne ich zuerst diejenigen des *Nervus cochleae.* Dieser Nerv, der allein der eigentlichen Funktion des Hörens dient, steht in letzter Linie wesentlich mit den distalen Vierhügeln und dem *Corpus geniculatum mediale* in Verbindung, besitzt aber ausserdem noch mannigfache andere Beziehungen. Mit *Flechsig* und *Held,* welcher letztere diese Verhältnisse im Sinne von *Flechsig* am sorgfältigsten dargestellt hat (l. s. c.), unterscheide ich erstens Verbindungen des ventralen Acusticuskernes

Fig. 480.

und zweitens solche des *Tuberculum acusticum.* Beide diese Kerne geben sowohl ventrale als dorsale Verbindungsfasern ab, von denen namentlich die ersteren, aber auch die letzteren mit zwei besonderen Gebilden in Verbindung stehen, dem *Corpus trapezoides* und der kleinen (oberen) Olive, die nun in erster Linie geschildert werden müssen.

Das *Corpus trapezoideum* oder *trapezoides* ist bei vielen Säugern sehr entwickelt, und stellt ein besonderes am spinalen Rande der Brücke zu beiden Seiten der Pyramiden frei liegendes System von Querfasern dar. Beim

Fig. 480. Querschnitt durch den distalen Theil der Brücke eines Fötus von acht Monaten, *Pal*'sche Färbung. Vergr. 6 : 1. Nr. 143. *P* Oberflächliche Brückenfasern marklos; *Py* Pyramiden marklos; *VIII*[1] *Ganglion ventrale acustici,* aus welchem das markhaltige Trapezium entspringt; *VIII*[2] *Ganglion dorsale acustici*; *Nv Nervus vestibuli*; *VII*[2] austretende Facialiswurzel; *VII* Facialiskern mit dem ersten Abschnitte der Wurzel; *VI* Abducenswurzeln; *L Lemniscus,* Schleifenschicht; *Fl Fasciculus longitudinalis*; *F.arc.i Fibrae arcuatae internae*; *Nc Nervus cochleae*; *Pc Pedunculus cerebelli*; *Aa* spinale Acusticuswurzel; *rgr Substantia reticularis grisea*; *V* spinale Trigeminuswurzel; *V*[1] *Subst. gelatinosa.*

Menschen findet sich dieses System ebenfalls ganz gut ausgebildet, jedoch tief im Innern des distalen Theiles der Brücke gelegen (Fig. 452, 454 bei *Lm*) und kommt daher neben den tiefen Querfasern der Brücke nicht leicht zu voller Anschauung. Anders bei Embryonen, bei denen seine Elemente früher mit Mark sich umhüllen, als die Brückenfasern (Figg. 453, 455 *tr*, Figg. 456, 483 *Tr*). An solchen Präparaten ergiebt sich dann, dass die an die *Medulla oblongata* angrenzende Brückengegend auf Querschnitten aus zwei scharf getrennten Abschnitten besteht, von denen der dorsale, viele markhaltige Fasern enthaltende, der späteren Haubengegend oder dem *Tegmentum* entspricht, der ventrale dagegen die Gesammtheit der Querfasern der Brücke mit den Brückenkernen und die Fortsetzungen der Pyramiden enthält. An der Grenze beider Abschnitte liegt nun eben das *Corpus trapezoides* (nicht zu verwechseln mit dem *Corpus trapezoides cerebelli* gewisser Autoren oder der Hauptmasse weisser Substanz im *Arbor vitae* des *Vermis*), welches auf den ersten Blick eine Verbindung der beiden *Ganglia ventralia* des Acusticus, wie eine Art bogenförmiger Kommissur derselben darstellt, welche, die *Nervi vestibulares, Faciales* und *Abducentes* kreuzend, mit zierlichen wellenförmigen Biegungen an der ventralen Seite des *Corpus restiforme*, der aufsteigenden Quintuswurzel, des *Facialis ganglion* und der kleinen Olive verläuft, welche letztere zum Theil von den Fasern desselben wie umhüllt und durchzogen wird. Jenseits dieser Olive, zwischen ihr und den Abducenswurzeln, liegt an der ventralen medialen Seite der Olive zwischen den Fasern des *Corpus trapezoides* eine Ansammlung von Nervenzellen, der Trapezkern, *Nucleus trapezoides*, der bei Säugern besser entwickelt ist, als beim Menschen, und von hier an verbreitert sich dann das *Corpus trapezoides* gegen die sagittale Mittelebene der Brücke zu ganz auffallend, um endlich in der Gegend der *Raphe* mit den Elementen des Organes der anderen Seite unter spitzen dorsalwärts gerichteten Winkeln sich zu kreuzen. Das *Corpus trapezoides* enthält in seinem Verlaufe, abgesehen von den dasselbe kreuzenden Wurzeln der oben bezeichneten Hirnnerven, noch andere Nervenfasern, unter denen die Bemerkenswerthesten folgende sind:

1. Längsfasern, welche in zierlicher Weise den medialsten dicksten Theil des Organes durchziehen. Dieser Theil besteht in seinem grössten Theile aus regelmässig abwechselnden Blättern von Querfasern und Längsfasern, von denen viele so dünn sind, dass sie nur aus wenigen Lagen von Nervenfasern bestehen. Die betreffenden Längsfasern sind offenbar die Fortsetzungen der früheren Olivenzwischenschicht oder des Theiles der *Substantia reticularis alba*, welche später in die mediale Schleife übergeht.

2. Radiäre Fasern, welche, an der ventralen Seite der kleinen Olive gelegen, in dieselbe eintreten. (S. unten.)

3. Besondere von den Zellen des *Nucleus trapezoides* entspringende Fasern, von denen sofort weiter die Rede sein soll.

Fragen wir nun nach der Herkunft der Querfasern des *Corpus trapezoides*, so ergeben sich mehrere Quellen für dieselben.

Ganz sicher ist, dass die grosse Mehrzahl der Fasern desselben von den Zellen des *Ganglion ventrale* des Acusticus entspringt, und lassen sich dieselben bei Säugern (Katze, Kaninchen) von der medialen Seite her mit Leichtigkeit in das Ganglion hinein verfolgen. Hierbei löst sich die

kompakte Trapezfaserung nach und nach so auf, dass dieselbe in eine grosse Zahl kleiner Bündelchen übergeht, welche endlich sich zerfasernd zwischen den Zellen des Ganglion sich verlieren. Diese Bündelchen sind für dieses Ganglion, wie ich finde, ganz charakteristisch und ist sonst nirgends etwas ähnliches zu finden. Was nun das Verhalten der Nervenzellen anlangt, so ist an *Golgi*'schen Präparaten nicht schwer zu sehen (Fig. 481), dass dieselben alle multipolar sind und einen typischen Achsencylinderfortsatz besitzen, der meist medianwärts in der Richtung auf das *Corpus trapezoideum* abgeht. Sehr bemerkenswerth sind die Dendriten dieser Zellen durch ihre reiche und feine Verästelung und erinnern dieselben in dieser Beziehung ganz an diejenigen der grossen und kleinen Olive. In manchen Fällen sind auch die Stämme und Aeste derselben wie mit Dornen besetzt. Manche Dendritenbüschel sind ganz kurz, wie die von *Held* abgebildeten (l. c. Fig. 5), andere trotz sehr reicher und verwickelter Verästelung länger, noch andere allerdings auch sehr langstämmig. Die Achsencylinder gehen ausser nach der medialen Seite nicht selten auch dorsalwärts oder lateralwärts ab. Von der Zelle aus sind dieselben nur selten weiter zu verfolgen, dagegen sind fast in jedem Ganglion ganze Bündel von Achsencylindern ohne Verbindung mit ihren Zellen zu sehen, wie solche ja im Rückenmarke so häufig zur Anschauung kommen (s. Fig. 388) und an diesen erkennt man dann leicht, dass dieselben keine Collateralen abgeben.

Fig. 481.

Bei der ungemein reichen Endverästelung der Dendriten dieser Zellen und den nicht minder gut verzweigten Endigungen des *Nervus cochleae* begreift sich leicht, dass das *Ganglion ventrale acustici*, wie oben schon hervorgehoben wurde, an *Golgi*'schen Präparaten mit einem reicheren und dunkleren feinen Fasernetz gefunden wird, als irgend ein anderes Ganglion und möchte

Fig. 481. Zwei Zellen des *Ganglion ventrale acustici* einer Katze von 11 Tagen. Präp. Nr. 2 (*Golgi*). *Gv Ganglion ventrale*; *Ta Tuberculum acusticum*, zwischen beiden ein Bündel der *Nervus cochleae*. Die Achsencylinder der zwei Zellen laufen ventral- und medianwärts. Starke Vergr.

wohl die reiche Verästelung der Dendriten und das mannigfache Ineinandergreifen derselben mit den Nervenenden nicht ohne physiologische Bedeutung sein.

Ein zweiter Theil der Trapezfasern entspringt im *Tuberculum acusticum*, doch war es mir bis jetzt nicht möglich, diesen Antheil genauer zu bestimmen. Die kleineren und grösseren Zellen des *Tuberculum* besitzen zum Theil medianwärts gerichtete Achsencylinder und dringen auch in dieses Ganglion kleine Bündel von Trapezfasern hinein, wie beim *Ganglion ventrale*, immerhin ist die Zahl dieser Bündel lange nicht mit der zu vergleichen, die aus dem *Ganglion ventrale* kommt.

Hier ist nun auch der Ort der merkwürdigen Angaben von *L. Sala* kurz zu gedenken, denen zu Folge das *Ganglion ventrale acustici* den Bau eines *Ganglion spinale* haben und die Zellen desselben einfache Achsencylinder abgeben sollen, die wie die T-fasern in zwei Aeste sich theilen. Hiergegen habe ich zu bemerken, dass ich bisher in diesem Ganglion in allen Fällen, in denen Zellen gefärbt waren, nur multipolare solche Elemente sah, die *Sala* gar nicht erwähnt. Da jedoch nie in einem *Golgi*'schen Präparate alle Zellen gefärbt gefunden werden, so ist die Möglichkeit vorhanden, dass neben den multipolaren Zellen auch unipolare sich finden, und will ich daher für einmal über die Angaben von *Sala* den Stab nicht brechen und weitere Aufschlüsse abwarten.

Eine zweite bis jetzt, ausser durch *Held* (l. c. S. 36), noch gar nicht gewürdigte Herkunftsstelle von Trapezfasern ist der *Nucleus trapezoides*. An *Golgi*'schen Präparaten von jungen Geschöpfen lässt sich leicht nachweisen, dass die nervösen Fortsätze der Trapezzellen alle ventralwärts verlaufen, und dann unter rechten oder stumpfen Winkeln umbiegend, den Querfasern des Trapezkörpers sich anschliessen und mit denselben theils median- theils lateralwärts verlaufen. Was schliesslich aus diesen Fasern wird, ist nicht leicht zu sagen. Ich beobachtete an *Golgi*'schen Präparaten von neugeborenen Katzen solche, die in die Olive derselben Seite eingingen, und andere, die die *Raphe* überschreitend auf die andere Seite traten. Am auffallendsten aber waren mir bei einem menschlichen Embryo von 8 Monaten solche Trapezfasern, die neben der *Raphe* zu Längsfasern sich gestalteten und den hier liegenden Schleifenfasern sich anschlossen. *Held* beschreibt Achsencylinder von Trapezzellen, welche lateralwärts verliefen, von denen er annimmt, dass sie in den ventralen Acusticuskern eindringen. Die von ihm gegebene Abbildung (l. c. Fig. 11) rechtfertigt jedoch einen solchen Schluss keineswegs und handelte es sich wohl einfach um eine Faser, die in die Olive derselben Seite ging, wie ich solche eben erwähnte. Diese Trapezzellen sind spindel- oder kegelförmige multipolare Zellen, bei neugeborenen Katzen und Kaninchen von 20—30 μ Grösse, die an versilberten Präparaten oft sehr sonderbare Formen darbieten, wie wenn ihr Achsencylinder am Zellenkörper in eine dichte Verästelung ausginge, so dass oft Bildungen entstehen, die eine gewisse Aehnlichkeit mit den Körben um die *Purkinje*'schen Zellen darbieten. Aehnliches, wenn auch nicht ganz gleiches, zeigen nicht selten auch die kleineren Zellen das *Tuberculum acusticum* und bin ich schliesslich zur Ueberzeugung gelangt, dass es sich bei diesen Bildungen um Kunstprodukte handelt. Dagegen

möchte ich etwas anderes für natürlich halten und zwar, die Dicke der Achsencylinder dieser Zellen, die 2,0—2,5 μ und darüber beträgt.

Auf eine dritte, ebenfalls noch nicht bekannt gewesene Quelle von Trapezfasern haben *Flechsig* und *Held* zuerst das Augenmerk gerichtet. Nach *Held*, der von dieser Bahn zuerst eine genaue Beschreibung und Abbildungen gegeben hat (Archiv von *His* und *Braune* 1891), zieht aus dem ventralen Acusticuskern ein Faserbündel, das in diesem Kern entspringt und dem sich die oben (S. 256) erwähnten durchgehenden Fasern des *Nervus cochleae* anschliessen, lateralwärts um den *Pedunculus cerebelli* herum, umschlingt denselben an seinem dorsalen Rande und läuft dann an seiner medialen Fläche gegen die sensible Quintuswurzel wieder ventralwärts, zieht durch dieselbe und ihren Endkern durch und endet vor allem im Facialiskern und in der kleinen Olive. Dieses Faserbündel, welche sich das dorsale Trapezbündel nennen will, wurde von ihm bei der Katze (l. c. Taf. XVI, Fig. 1 und 2) und Ratte (Abh. der sächs. Ges. d. Wiss. 1892, Nr. VI, Taf. I, Fig. 2) beobachtet. Ich finde dasselbe ausser bei der Katze auch sehr deutlich beim Kaninchen und glaube auch beim Menschen für dessen Anwesenheit einstehen zu können. Beim Kaninchen stellt die Fig. 482 den Hauptverlauf des fraglichen Bündels dar, und ergiebt sich in dieser Beziehung folgendes: An der lateralen Seite des *Pedunculus cerebelli* stellt dasselbe ein kompaktes Bündel dar, entbündelt sich dann aber wasserstrahlartig am dorsalen Rande desselben und tritt mit vielen kleinen Bündelchen durch den *Deiters*'schen Kern. Hierauf zieht dasselbe zwischen dem Pedunculus und der absteigenden Acusticuswurzel in die sensible Quintuswurzel und die *Substantia gelatinosa* hinein, um endlich den Facialiskern zu erreichen, in welchem in diesem Schnitte das *Held*'sche Bündel sein Ende zu erreichen scheint. In diesem ganzen Verlaufe von der Umbiegung

Fig. 482.

Fig. 482. Querschnitt der *Medulla oblongata* eines neugebornen Kaninchens in der Gegend der Facialiswurzel Natürl. Grösse 5,70 : 3,0 mm (*Weigert*). *VII* Facialiskern; *VII*[1] aufsteigende Wurzel des Facialis; *V* sensible Quintuswurzel; *Pc Pedunculus cerebelli*; *Nc* centrale dorsale Bahn aus dem ventralen Acusticuskern (*Held*'sches Bündel); *Nc*[1] umgebogene ventralwärts durch den V. Endkern verlaufende und bis zum Facialiskern zu verfolgende Ausläufer desselben; *VIIId* absteigende Vertibulariswurzel; *S* aus der Gegend des *Deiters*'schen Kernes zum Seitenstrange ziehendes Bündel.

an ist das Bündel **S**-förmig gebogen und zerfasert sich immer mehr, so dass die letzten Ausläufer desselben nur noch aus wenigen Fasern bestehen. So tritt dasselbe schliesslich in höheren Schnitten auch an die kleine Olive heran und verliert sich zuletzt zum Theil in dieser, zum Theil geht dasselbe an der dorsalen Seite der Olive in die dorsalen Querfasern des Trapezium über und setzt sich mit diesen bis zur *Raphe* fort. Ob die Fasern dieses dorsalen Trapezbündels im Facialiskerne enden, ist zweifelhaft, wahrscheinlicher ist es, dass dieselben der gleichseitigen kleinen Olive und derjenigen der anderen Seite angehören. Beim Menschen finde ich an *Weigert*'schen Präparaten von 6, 7 und 8 Monate alten Embryonen unzweifelhafte Andeutungen des dorsalen Trapezbündels, doch ist dasselbe viel weniger entwickelt, als bei den genannten Thieren. Dasselbe bildet jedenfalls keinen kompakten dickeren Strang, sondern besteht nur aus vereinzelten dünneren Bündelchen, die theils um das dorsale Ende des *Pedunculus cerebelli* sich herumbiegen, theils auch durch den dorsalen Theil desselben hindurchtreten. Im weiteren Verlaufe findet man diese Bündelchen in distalen Schnitten, die noch das proximale Ende der grossen Olive treffen, zwischen dem Kleinhirnstiel und der sensiblen Quintuswurzel, worauf dieselben dann den aus dem ventralen Acusticuskern kommenden Trapezfasern sich anschliessen. Weiter gegen das Gehirn zu, in der Höhe des Facialiskernes und dann der kleinen Olive verlaufen dieselben mitten durch die sensible Quintuswurzel und dringen wie bei Thieren schliesslich bis zum Facialiskerne und zur kleinen Olive.

Fig. 483.

Die kleine Olive (die obere Olive der Autoren) von *Clarke*, *Schröder v. d. Kolk*, und *Dean* zuerst beschrieben, zeigt beim Menschen eine viel geringere Entwicklung als bei Säugern und stellt einen aus grauer

Fig. 483. Querschnitt durch die Haube der *Medulla oblongata* eines Embryo von 6 Monaten (*Weigert*), Nr. 91, 13 mal vergrössert. *VI* Abducens; *VI'* Abducens Kern; *Oo* kleine Olive; *Tr* Trapezium; *Sto* Stiel der Olive; *VII* Fac.-Kern; *VII*[1] innere Fac.-Wurzel; *VII*[2] Fac.-Knie; *VII*[3] austretende Fac.-Wurzel; *VIII G. laterale VIII*; *Nv N. vestibuli*; *VIII'* absteigende Acusticuswurzel; *D Deiters*'sche Zellen; *Fl Fasc. longitudinalis dorsalis*; *F.rh* Rautengrube.

Substanz bestehenden annähernd cylindrischen Strang dar (Fig. 483), der in der Gegend der cerebralen Hälfte des Facialiskernes beginnt und diesen Kern um mehr als die Hälfte seiner Länge überragt. In der Regel lässt dieser graue Kern an Querschnitten mehr oder weniger deutlich drei Abschnitte erkennen, einen grösseren medialen, mehr bandförmigen Theil und zwei laterale ventrale

Fig. 484.

mehr cylindrische Bildungen, doch fehlt beim Menschen jede Aehnlichkeit mit dem gefalteten Blatte der grossen Olive. Im Querschnitte der Brücke liegt die kleine Olive an der ventralen medialen Seite des Facialiskernes, ganz nahe an demselben, umgeben und zum Theil eingebettet in die Fasern des *Corpus trapezoides*. Beim Erwachsenen misst dieselbe in maximo an erhärteten Präparaten 4—5 mm in der Länge und 2,85 mm im *Diameter dorso-ventralis* und

Fig. 484. Querschnitt durch die *Medulla oblongata* der neugeborenen Katze mit der kleinen Olive. Nr. 17, etwa 18mal vergrössert (*Golgi*). *Pyr* Pyramide; *VII* Querschnitt des Facialis; *Ga Ganglion ventrale acustici*; *Nv Nervus vestibuli*; Nv^1 Uebergang desselben in die *Radix descendens* und die dorsalen Kerne; *V Quintus*, *Radix sensibilis*; *Om* lateraler S-förmig gekrümmter Theil der *Oliva minor*; Om^1 medialer Lappen derselben; *tr* Trapezfasern; tr^1 Eintritt von Collateralen derselben in die Olive; *trK* Trapezkern; tr^3 medialer Theil des *Corpus trapezoides*.

bei achtmonatlichen Embryonen betrugen die Maasse in allen Richtungen 1,4 bis 2,0 mm.

Eine genauere Einsicht in die Verhältnisse dieser Olive gewinnt man bei Säugethieren, bei denen dieses Organ viel besser ausgebildet ist, als beim Menschen *(Clarke, Schröder v. d. Kolk, Spitzka)*. Bei der Katze besteht dieselbe aus zwei getrennten Abschnitten, einem medialen bandförmigen, nach der lateralen Seite leicht konkaven dickeren Abschnitte und einem lateralen stark **S**-förmig gekrümmten Theile mit zwei hilusähnlichen Spalten (Fig. 484) und drei Schenkeln. Noch verwickelter ist der Bau beim Kaninchen, bei welchem der gebogene Theil 4—5 Schenkel und 3—4 hilusähnliche Spalten besitzt. Beim Hunde besteht diese Olive aus zwei durch Nervenfasern getrennten Abtheilungen, bei den Cetaceen ist dieselbe nach *Spitzka* sehr gross.

Mag nun diese Olive einfacher oder zusammengesetzter erscheinen, so besitzt dieselbe beim Menschen und bei Thieren, wie *Golgi*'sche Präparate von jungen Geschöpfen lehren, wesentlich denselben Bau und besteht, abgesehen von Gliazellen, wesentlich aus zwei Elementen, einmal Nervenzellen und zweitens in das Organ eindringenden und innerhalb seiner Blätter sich fein verästelnden Nervenfasern. Die Nervenzellen folgen im Allgemeinen dem Typus derer der grossen Olive und des *Nucleus dentatus cerebelli* und sind vorwiegend birn-, kolben- und spindelförmig von 26—30—40 μ Grösse, mit einfachem Achsencylinderfortsatze und reich verästelten Protoplasmafortsätzen. Dieselben stehen in den Lamellen des Organs so angeordnet, dass sie in der Richtung der Dicke derselben in Reihen von 3—5 Zellen stehen. Bei den

Fig. 485.

Fig. 485. Ein Theil des medialen Lappens *Lm* der kleinen Olive einer neugeborenen Katze mit eintretenden Trapezfasern *tr* und ihren Endästen. Starke Vergrösserung (*Golgi*).

oberflächlichen Zellen sind die Dendriten nach dem Innern der Blätter zugewendet, während die nervösen Fortsätze nach aussen stehen und den Nervenfasern sich beigesellen, die das Organ von aussen umgeben; die inneren Zellen dagegen stehen mehr unregelmässig.

Die Nervenfasern, die ausser den Zellen in den Blättern der oberen Olive vorkommen, zeigen eine äusserst zierliche Anordnung. Dieselben dringen theils von den Hilus ähnlichen Stellen des Organes, theils von der gesammten übrigen Oberfläche der grauen Blätter desselben in das Innere, durchziehen dieselben in der Richtung ihrer Dicke und enden, jede Faser mit sehr reichen Verästelungen und Endbüscheln theils im Innern der Blätter, theils an der ihrer Eintrittsstelle gegenüberliegenden Seite, wobei diese Büschel zugleich die Nervenzellen umspinnen. So gewinnt das ganze Organ einen typischen, einheitlichen Bau, der in vielem an denjenigen der grossen Olive und des *Nucleus dentatus cerebelli* erinnert, nur dass in ersterer auch viele, die grauen Blätter einfach durchsetzende Nervenfasern vorkommen, die hier ganz zu fehlen scheinen oder wenigstens spärlich sind.

Beim Menschen finde ich ausser den erwähnten Nervenfasern, die mehr in den Querschnittsebenen verlaufen, auch eine nicht unbedeutende Zahl von Längsbündeln im Innern des Organes, die bei Thieren fehlen oder wenigstens nur spärlich entwickelt sind. Ich kann diese Bündel, die, wenn ich recht gesehen, in den proximalen Theilen des Organes zahlreicher sind, nur auf in der kleinen Olive entspringende Fasern der lateralen Schleife beziehen.

Was nun die Herkunft der Nervenfasern betrifft, die in die Blätter der oberen Olive eindringen, um in derselben zu enden, so stammen dieselben von mehrfachen Quellen und zwar einmal vom *Corpus trapezoides*. An Querschnitten erkennt man leicht (Fig. 486), dass von den an der ventralen Seite der kleinen Olive verlaufenden Trapezfasern zahlreiche Collateralen abgehen, welche theils an die konvexen Flächen, theils an den hilusähnlichen Einschnitten in die Blätter des Organes eintreten, um sich da weiter zu verästeln. Mit diesen bei Embryonen und jungen Geschöpfen durch die *Golgi*'sche Methode nachweisbaren Collateralen stimmen besondere radiäre Faserzüge überein, die bei erwachsenen Geschöpfen, vor allem deutlich bei der Katze, an *Weigert*schen und *Pal*'schen Präparaten von der ventralen Seite her an die kleine Olive herantreten. Diese bis jetzt ausser durch *Dean* kaum beachteten Elemente bilden zwei bis vier und mehr stärkere und schwächere Bündel, die von den oberflächlichsten Gegenden des Trapezium herkommend, die Trapezfaserung durchbrechen und an den einzelnen Abtheilungen der Olive angelangt, in dieselbe eintreten. Die eigentliche Herkunft dieser Elemente ist an *Weigert*'schen Präparaten nicht zu ermitteln, ob dieselben von Trapezfasern selbst abstammen oder von longitudinal verlaufenden zwischen denselben befindlichen Elementen, doch ist das erstere im Hinblick auf die eben gemeldeten Verhältnisse bei jungen Geschöpfen als das wahrscheinlichere anzusehen.

An der dorsalen Seite des Organes finde ich bis jetzt keine in dasselbe eintretenden Collateralen, dagegen ergaben frontale Schnitte die wichtige Thatsache, dass von Seiten der *Raphe* her zahlreiche Trapezfasern zu dieser Olive gehen, um da zu enden. Diese Fasern laufen im Allgemeinen unverästelt bis

in die Gegend der Abducenswurzeln, um dann hier, z. Th. noch diesseits dieser Wurzeln, grösstentheils aber jenseits derselben unter spitzen oder rechten Winkeln sich zu theilen und im weiteren Verlaufe in die Olivenblätter einzutreten, woselbst sie dann in der oben beschriebenen Weise Endverästelungen um die Zellen des Organes bilden. — Ich glaube nicht zu irren, wenn ich diese Trapezfasern als Elemente betrachte, die im *Gangl. acustici laterale* der entgegengesetzten Seite entspringen und somit gekreuzte Verbindungen der betreffenden Theile darstellen, des rechten Ganglion mit der linken Olive und umgekehrt, Verhältnisse, die von verschiedenen Autoren angenommen, aber von Niemand bis jetzt thatsächlich nachgewiesen wurden.

Bei Gelegenheit der Erwähnung dieser Fasern sei nun auch gleich bemerkt, dass andere von der *Raphe* lateralwärts ziehende Trapezfasern, die wie

Fig. 486.

die oben erwähnten in der Gegend der Abducenswurzeln sich theilen, nicht für die Olive selbst, sondern für den derselben wahrscheinlich funktionell sehr nahestehenden Trapezkern bestimmt sind. Diese Fasern sind (an *Golgi*'schen Präparaten) feiner als die anderen, theilen sich an Frontalschnitten ebenfalls gabelförmig in einen aufsteigenden und einen absteigenden Ast und enden mit kleinen Bäumchen um die Trapezzellen herum, deren sonstige Verhältnisse weiter oben schon besprochen wurden.

Fig. 486. Querschnitt durch den ventralen Theil der kleinen Olive mit den angrenzenden Trapezfasern von einer neugeborenen Katze. Stärkere Vergr. (*Golgi*). *VII* austretende Facialiswurzel; *Ol* laterale Lappen der kleinen Olive; *O.m* medialer Lappen; *tr* Trapezfasern; *tr*¹ Bündel von Collateralen solcher, die in Olive eintreten; *trz* Zellen des Trapezkernes und *trz'* Achsencylinder derselben.

Ich komme nun wieder auf die Nervenfasern zurück, die mit der kleinen Olive in Zusammenhang stehen und erwähne hier ausser den oben schon besprochenen erstens Beziehungen zu den Dachkernen durch ein Bündel im medialen Theile des *Pedunculus cerebelli* (*Bechterew*, Neur. Centralbl. 1885) und dann solche zum Kerne des *Nervus abducens*. Die letzteren stellen den sogen. Stiel der kleinen Olive dar und bestehen aus einem Faserbündel, welches aus der dorsalen Seite des Organs austritt und parallel der Ursprungswurzel des *Facialis*, an der medialen Seite desselben zum Kern des VI. Nerven sich begiebt und hier endigt (Fig. 455 *Oo'*, 483 *Sto*). Die genauen Beziehungen dieses Faserbündels sind noch von Niemand nachgewiesen worden, doch ist es sehr wahrscheinlich, dass dasselbe aus Nervenfasern besteht, die von den Zellen der kleinen Olive entspringen und im Abducenskerne enden. Ersteres anlangend hat *Held* eine Zelle der kleinen Olive abgebildet, die ihren Achsencylinder in der Richtung des Abducenskernes abgab (l. c. Fig. 10) und was die Endigungen der Stielfasern betrifft, so ist an *Golgi*'schen Präparaten leicht zu sehen, dass dieselben im Abducenskerne in feine Verästelungen sich auflösen.

Eine sehr wichtige Frage ist noch die, ob nicht die kleine Olive (und die Trapezfasern) mit höheren Theilen des Gehirns in Verbindung stehen. Nachdem *Flechsig* beim menschlichen Fötus nachgewiesen hatte, dass für die centralen Verbindungen des *Nervus cochleae* eine Kreuzung und zwar im Trapezkörper vorhanden sei, lehrten die Versuche von *Baginski*, dass nach Zerstörung der Schnecke beim neugeborenen Thiere der ventrale Acusticuskern, das *Tuberculum acusticum*, das *Corpus trapezoideum* und die *Olive* derselben Seite einen Schwund der Zellen und Markmassen zeigen, zugleich aber auch die gekreuzte untere Schleife stark atrophisch ist, und so hat sich jetzt — wenn auch nicht unbestritten — die Annahme entwickelt, dass der *Nervus cochleae* durch den Trapezkörper, die kleinen Oliven und die untere Schleife mit dem distalen Vierhügel und dem *Corpus geniculatum laterale* der gekreuzten Seite in Verbindung stehe, für welche auch *Held* in die Schranken getreten ist. Die anatomischen Anhaltspunkte für diese Aufstellung sind allerdings noch lange nicht ausschlaggebend und direkt beweisend, indem auch *Held* keine Schleifenfasern direkt zu Zellen der kleinen Olive oder zu Trapezzellen oder zu Trapezfasern verfolgt hat, immerhin lehrt eine genaue Untersuchung des Ursprunges der unteren Schleife, dass dieselbe in der Umgebung der kleinen Olive beginnt und von hier aus lateral- und dorsalwärts sich entwickelt. Da, wo die kleine Olive schwindet, tritt der *Nucleus Lemnisci lateralis* an ihre Stelle, den *Bruce* ohne Weiteres als Fortsetzung der kleinen Olive bezeichnet und mit demselben Namen benennt und von diesem Kerne entspringen allem Anscheine nach viele Fasern der lateralen Schleife. Weiter auf diese Frage wird später, besonders bei Betrachtung der Vierhügel einzugehen sein.

Von den centralen Verbindungen des *Nervus cochleae* bleiben nun noch diejenigen des *Tuberculum acusticum* zu schildern übrig. Dass dieses *Tuberculum* auch in einem gewissen Grade an der Bildung des *Corpus trapezoides* sich betheiligt, wurde schon oben erwähnt und möchte ich hier nur noch einmal hervorheben, dass es bisher nicht möglich war, den Antheil des einen und des andern Ganglion an der Bildung der Trapezfasern genauer zu bestimmen.

Eine zweite centrale Bahn des *Tuberculum acusticum* stellen die *Striae acusticae* dar, die beim Menschen und bei Thieren etwas verschieden sich verhalten. Bei ersterem ziehen dieselben aus dem *Tuberculum acusticum*, in welchem sie entspringen, zuerst an der lateralen und dorsalen Seite um den *Pedunculus cerebelli* herum, und verlaufen dann weiter oberflächlich unter dem Ependym des 4. Ventrickels bis gegen die *Raphe*, um sich hier in die Tiefe zu senken und früher oder später auf die andere Seite zu treten und in die Längsfasern der *Substantia reticularis* überzugehen. Von hier an wurden dieselben beim Menschen bisher nicht weiter verfolgt, doch wird es nach dem, was bei Säugern anatomisch und experimentell ermittelt worden ist, in hohem Grade wahrscheinlich, dass dieselben in die untere oder laterale Schleife übertreten und mit dieser im distalen Vierhügel enden. Bei Säugern nehmen die *Striæ* anfangs dieselbe Lage ein, wie beim Menschen, nachdem dieselben aber um den *Pedunculus cerebelli* sich herumgekrümmt haben, ziehen sie, die Ursprungswurzel des Facialis kreuzend in schiefer Richtung gegen die kleine Olive und die *Raphe*. Ein Theil der Fasern derselben dringt in die Olive und endigt wahrscheinlich da, der grössere Theil aber begiebt sich zur *Raphe*, kreuzt sich da mit den Fasern der anderen Seite und verliert sich in der dorsal von diesen Oliven gelegenen *Substantia reticularis*, in welchem ihre Fasern zu Längsfasern sich gestalten und wahrscheinlich der untern Schleife sich anschliessen. Auch mit Bezug auf die Elemente der *Striæ* fehlen bis jetzt alle und jede Anhaltspunkte, um zu bestimmen, wie dieselben zur kleinen Olive und zur Schleife sich verhalten.

Der *Nervus vestibuli* besitzt, wie wir oben sahen, seine Endigungen im dorsalen Kerne, in beiden Abtheilungen des *Deiters*'schen Kernes und im Kerne der absteigenden Wurzel oder den grauen Massen, welche dieses Faserbündel umgeben. Alle diese Kerne sind Endkerne und lösen sich die Fasern des *Nervus vestibuli* um die Zellen derselben herum in feine Verästelungen auf. Wie beim *Nervus cochleæ* entstehen nun auch in diesen *Vestibularis* Endkernen sekundäre Bahnen, welche die Beziehungen dieses Astes des *Acusticus* zu andern Theilen des centralen Nervensystems vermitteln. Als solche sind nachzuweisen: 1. Beziehungen zum kleinen Gehirne, 2. solche zu den *Fibræ arcuatæ internæ* der *Substantia reticularis*. 3. Verbindungen mit den Seitenstrangresten der *Medulla oblongata*, 4. zum Kerne des Abducens.

1. Die Beziehungen zum kleinen Gehirne, welche durch Fasermassen stattfinden, die vom *Deiters*'schen Kerne und wohl auch aus dem dorsalen Kerne in den Wurm eintreten, lassen sich an Querschnitten von Säugethiergehirnen nicht unschwer erkennen. Gleichzeitig mit dem Eindringen des *Pedunculus cerebelli* in das kleine Gehirn treten auch starke Fasermassen aus dem *Deiters*'schen Kerne in den Wurm. Und zwar senken sich diese Bündel, die an der medialen Seite des *Pedunculus cerebelli* ihre Lage haben, vor allem in den Dachkern ein, um theils in diesem zu enden, theils zwischen beiden diesen Kernen eine Kreuzungskommissur zu bilden, d. h. in den Dachkern der andern Seite einzustrahlen (siehe Figur beim kleinen Hirn). Andere Elemente dieser sekundären Kleinhirnbahn des *N. vestibuli* gehen in den Kugelkern und ziehen zwischen diesem und dem Dachkerne dorsalwärts, um scheinbar der grossen Kreuzungskommissur des kleinen Hirns sich anzuschliessen, in Wirklichkeit aber in die dorsalen Windungen des Wurmes auszustrahlen.

Beim Menschen geht vom *Deiters*'schen Kerne aus ein starkes Bündel von Fasern an der medialen Seite des *Pedunculus cerebelli* dorsalwärts ins kleine Gehirn. Hier verlaufen diese Bündel theils durch den Pfropf *(Embolus)* gegen den Dachkern, theils strahlen dieselben an der medialen Seite des *Nucleus dentatus* in und durch den Kugelkern. Die ersteren Bündel treten einem kleinen Theile nach an der dorsalen Seite um den Dachkern herum, bei weitem der grössere Theil jedoch geht durch den Dachkern in seiner ganzen Höhe hindurch. Beiderlei Fasern kreuzen sich zwischen beiden Dachkernen und enden im entgegengesetzten Kerne. Die mit dem Kugelkerne in Beziehung stehenden Bündel verhalten sich im Ganzen wesentlich so wie oben bei Säugern erwähnt wurde, nur schien mir ein Theil derselben im Kugelkerne zu enden, ein anderer durch denselben hindurchzuziehen. — Bemerkenswerth ist, dass bei menschlichen Embryonen von 7—8 Monaten die Endigungen dieser Cerebellarbahnen im Dachkerne bereits markhaltig waren, die Ursprungsbündel derselben noch nicht, die aus diesem Grunde sehr scharf gegen die markhaltigen Elemente des *Nervus vestibuli* und *Pedunculus cerebelli* sich abhoben.

Was den Ursprung dieser Acustico-Cerebellarbahn anlangt, so wird von vielen Autoren bezweifelt, dass die Fasern derselben aus dem *Deiters*'schen Kerne stammen. Mir hat eine genaue Untersuchung dieser Gegend, vor allem an *Golgi*'schen Präparaten von Säugern gezeigt, dass namentlich aus der Gegend des sogenannten *Bechterew*'schen Kernes, aber auch aus derjenigen des eigentlichen *Deiters*'schen Kernes und in geringerem Grade auch des dorsalen Kernes zahlreiche Fasern entspringen, die sofort zu kleinen Bündeln geeint an der medialen Seite des *Pedunclus cerebelli* ins kleine Gehirn einstrahlen. Allerwärts liegen zwischen diesen Bündelchen die mächtigen Zellen des *Deiters*'schen und *Bechterew*'schen Kernes, doch waren von diesen immer nur einzelne gefärbt, deren stets nur auf kurze Strecken nachweisbare Achsencylinder über den näheren Verlauf derselben keine Aufschlüsse gestatteten. Dagegen ergaben sich die Dendriten dieser Zellen als auffallend lang und mässig verästelt und stimmten mit denen der zerstreuten Zellen der *Substantia reticularis* vollkommen überein, während sie von denen der ventralen Acusticuskerne sehr verschieden waren. Wenn dem Gesagten zufolge auch der bestimmte Nachweis des Ursprunges der Cerebellarfasern von den Zellen der dorsalen Acusticuskerne mit Inbegriff des Endkernes der absteigenden Wurzel, nicht gegeben werden kann, so bin ich doch der Meinung, dass alles für eine solche Annahme spricht, vor allem der Umstand, dass eine andere Quelle dieser Bahnen nicht nachweisbar ist.

2. Beziehungen der Vestibularisendkerne zu den *Fibræ arcuatae internae* lassen sich an *Weigert*'schen und *Golgi*'schen Präparaten leicht erkennen *(Freud, Obersteiner, ich)*. Es sind dies meist feinere Faserbündel, die sowohl vom *Nucleus dorsalis* als vom *Deiters*'schen Kerne aus in die *Substantia reticularis* und durch die *Raphe* auf die andere Seite ausstrahlen. Die Bündel, die dem dorsalen Kerne entstammen, verlaufen mehr wagerecht in den dorsalsten Theilen der *Substantia reticularis* gegen den *Fasciculus longitudinalis dorsalis*, den sie durchsetzen, doch kommen auch hier schon S-förmig oder bogenförmig mit dorsaler Konkavität verlaufende Bündelchen vor, welche dann in den vom *Deiters*'schen Kerne ausgehenden Ausstrahlungen vorwiegen und oft soweit ventralwärts verlaufen, dass sie die

Mitte der Haubengegend erreichen können. Endlich kommen auch aus dem Endkerne der absteigenden Vestibulariswurzel solche Verbindungen, die jedoch mehr quer gegen den ventralen Theil des *Fasciculus longitudinalis dorsalis* verlaufen.

Alle diese sekundären Bahnen gehen wohl unzweifelhaft nach ihrer Kreuzung in der *Raphe* in die longitudinalen Bündel der *Substantia reticularis* an der Dorsalseite der kleinen Olive über und verstärken vielleicht den in dieser beginnenden *Lemniscus lateralis.*

3. Eine dritte centrale Verbindung der Endkerne des *Nervus vestibuli* wird durch Fasermassen bewerkstelligt, welche vom *Deiters*'schen Kerne aus in schiefer Richtung ventral und medianwärts ziehen, um hierbei zwischen der Wurzel und dem Austrittsschenkel des Facialis durchzutreten (Fig. 487, 488). Diese Fasern verlieren sich an der dorsalen medialen Seite der kleinen Olive zwischen derselben und den Abducenswurzeln und gehen hier wahrscheinlich in Längsbündel über, welche der medialen Schleife sich beigesellen. Ob Elemente dieses Zuges die Mittellinie überschreiten und in der *Raphe* sich kreuzen, liess sich an meinen Präparaten nicht mit Sicherheit ermitteln. *Held*, der meines Wissens diesen schon von andern beschriebenen (*Obersteiner*, 2. Aufl. S. 387 Fig. 150 1) Faserzug bis jetzt allein abgebildet hat, lässt denselben in den Seitenstrang des Rückenmarkes herunterziehen (l. c. S. 276 Fig. 1, 2), ohne über diesen Verlauf Näheres anzugeben. Wahrscheinlich zählt auch der schon vor *Held* von *Bruce* beschriebene, von dem *Deiters*'schen Kerne zur lateralen Seite der grossen Olive verlaufende Faserzug hierher (Proceed. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XVII. 1888/89 pag. 26 Pl. I. Fig. 2 aot.) *Held* sowohl wie *Bruce* bringen das betreffende Bündel, jeder in anderer Weise, mit dem Zustandekommen des Körpergleichgewichtes in Verbindung und

Fig. 487.

Fig. 487. Querschnitt durch die *Medulla oblongata* einer neugeborenen Katze, Nr. 37, *Weigert. Diameter dorso-ventralis* in der Gegend der *Raphe* 4,0 mm. *Pyr* Pyramiden; *VII* Kern des *Facialis*; *VII*[1] Querschnitt des Facialisknieës; *tr Corpus trapezoides*; *V* Quintus sensible Wurzel, *Gv Ganglion ventrale acustici*; *Nv Nervus vestibuli*; *Nv'* Ausstrahlung desselben in den *Deiters*'schen Kern; *PC Pedunculus cerebelli*; *s* vom *Deiters*'schen Kerne aus ventralwärts ausstrahlendes Faserbündel.

ich möchte angesichts der kolossalen Zellen des *Deiters*'schen Kernes an die eigenthümlichen Verhältnisse des *Acusticus* bei Fischen erinnern (s. S. 172) und an das Vorkommen von Kolossalfasern im Marke auch bei Amphibien und wie *Köppen* vor Kurzem nachgewiesen hat selbst bei Eidechsen im Schwanzmarke. (Ueber das hintere Längsbündel im Tageblatt der 62. Vers. deutscher Naturforscher in Heidelberg S. 514.)

Fig. 488.

4. Endlich können auch unter den sekundären Verbindungen der Vorhofsnervenkerne Beziehungen zum Kerne des *Abducens* aufgezählt werden, die durch Fasermassen stattfinden, die von der medialen Seite des Endkernes der absteigenden Vestibulariswurzel und des *Deiters*schen Kernes geraden Weges zum Abducenskerne herüberziehen. Diese Verbindungen sind vorläufig ebenso wenig im Einzelnen aufgeklärt und begriffen, wie die zwischen dem Facialiskerne und dem *Corpus trapezoideum* und der kleinen Olive angenommenen.

§ 143.

IV. Facialis. Portio intermedia Wrisbergii.

Der Facialis ist von Hause aus ein gemischter Nerv, an dem eine grössere motorische und eine im *Ganglion geniculi* wurzelnde sensible Portion, der *Nervus intermedius Wrisbergii,* zu unterscheiden ist.

A. Facialis (Fig. 489—493).

Die motorische Portion oder der *Facialis sensu strictiori* besitzt einen einzigen, im aboralen Theile der Brückengegend befindlichen Ursprungs-

Fig. 488. Querschnitt der *Medulla oblongata* eines neugeborenen Kaninchens, Nr. 37. Geringe Vergrösserung. *Weigert. VII* Kern der Facialis; *VII*¹ aufsteigende Wurzel; *VII*² Knie des VII. Nerven quer; *VI* Wurzel des *Abducens*; *VI'* Kern desselben; *VII*³ austretende Facialiswurzel; *V* Quintus, sensible Wurzel; *Nv Nervus vestibuli*; *D Deiters*'scher Kern. Dorsalwärts davon die sekundäre Cerebellarbahn marklos; medianwärts davon die sekundären Verbindungen mit den Bogenfasern der *Substantia reticularis* und bei *s* die schiefe, ventralwärts ziehende sekundäre Bahn; *IV V. quartus.*

kern, aus welchem seine Wurzelfasern auf einem eigenthümlichen Umwege, dem sogenannten inneren Kniee, das Gehirn verlassen.

Der Kern selbst von etwa 4 mm Länge, ist im Querschnitte erst rundlich und dann länglichrund, und misst in seinem aboralen Theile 2,0—3,0 mm in dorso-ventraler Richtung und 1,4—1,7 mm in der Breite, um später, da wo der Abducenskern auftritt, auf 1,4—1,7 mm sich zu verkleinern (Fig. 489). Derselbe liegt im ventralen Theile der Haubengegend an der medialen Seite der aufsteigenden Trigeminuswurzel und entspricht sein Anfang ungefähr dem oralen Ende der grossen Olive und der Brücke. Hier grenzt derselbe auch ventralwärts unmittelbar an das *Corpus trapezoides*. So bald aber die kleine Olive auftritt, schiebt sich diese zwischen den Facialiskern und die genannten Quer-

Fig. 489.

fasern ein und kommt ersterer nun an die dorsale laterale Seite der genannten Olive zu liegen, welche Lage der Kern nun beibehält.

Die aus diesem Kerne entspringenden Fasern zerfallen 1. in ein in ventrodorsaler Richtung ziehendes erstes Stück, welches zugleich etwas median- und oralwärts verläuft, den Ursprungsschenkel (Kernschenkel, aufsteigende Facialiswurzel) (Fig. 490 *VII 1*); 2. in einen horizontal verlaufenden longitudinalen Schenkel (Mittelstück, aufsteigender Schenkel) (Fig. 490 *VII 2*,

Fig. 489. Querschnitt durch den distalen Theil der Brücke eines Fötus von acht Monaten, *Pal*'sche Färbung. Vergrösserung 6 : 1. Nr. 143. *P* Oberflächliche Brückenfasern marklos; *Py* Pyramiden marklos; VIII^1 *Ganglion ventrale acustici*, aus welchem das markhaltige Trapezium entspringt; VIII^2 *Ganglion dorsale acustici*; *Nv Nervus vestibuli*; VII^2 austretende Facialiswurzel; *VII* Facialiskern mit dem ersten Abschnitte der Wurzel; *VI* Abducenswurzeln; *L Lemniscus*, Schleifenschicht; *Fl Fasciculus longitudinalis*; *F.arc.i Fibrae arcuatae internae*; *Nc Nervus cochleae*; *Pc Pedunculus cerebelli*; *Aa* spinale Acusticuswurzel; *rgr Substantia reticularis grisea*; *V* spinale Trigeminuswurzel; V^1 Trigeminusendkern oder *Subst. gelatinosa.*

Fig. 491 VII^{1}, 493), ein am Boden der Rautengrube in der Gegend des *Fasciculus teres* an der lateralen und dorsalen Seite vom *Fasciculus longitudinalis dorsalis* befindlicher Abschnitt, welcher aus einer rechtwinkligen Umbeugung des ersten Stückes hervorgeht und dann an Stärke fortwährend zunehmend etwa 5 mm weit hirnwärts verläuft; endlich 3. in einen Austrittsschenkel oder die austretende Wurzel (Fig. 490 VII^{3}; Fig. 489, 491 VII^{2}, 492 VII^{3}), welcher aus einer zweiten rechtwinkligen Umbeugung des longitudinalen zweiten Abschnittes hervorgehend nach kurzem oberflächlichem Verlaufe wieder in die Tiefe der Haube eintritt und ventral- und lateralwärts ziehend und zugleich caudalwärts verlaufend geraden Weges zwischen dem Facialiskerne und der sensiblen Quintuswurzel durch nach aussen tritt.

Fig. 490.

Die aufsteigende Facialiswurzel geht da, wo sie sich in den horizontalen Theil umbiegt, dicht an der dorsalen und lateralen Seite des Abducenskernes vorbei (Fig. 490), der in dieser Weise wie in eine Aushöhlung derselben zu liegen kommt. An dieser Stelle tritt auch der Facialis ganz nahe an den Boden der Rautengrube heran und bewirkt hier eine rundliche Vorwölbung desselben, das *Tuberculum nervi facialis.*

Der Facialiskern besteht aus grossen multipolaren, häufig leicht pigmentirten Zellen von 40—60 μ Grösse, die im Ganzen nicht sehr dicht stehen und von zahlreichen feinen Fasern umgeben sind. Im Ganzen ist der Kern ziemlich gut begrenzt, doch ist zu beachten, dass derselbe in der Regel zwei Abschnitte zeigt, (*Duval* zeichnet vom Facialiskerne selbst vier und fünf Unterabtheilungen (Journ. d'Anat. et de la Phys. 1877, Pl. XI, Fig. 3—4), ebenso *Huguenin* einen dorsalen kleineren mehr rundlichen mit etwas kleineren Zellen und einen ventralen grösseren, mehr länglich runden, welchen zwei Abschnitten möglicher Weise verschiedene Aeste des Facialis entsprechen (Fig. 452).

Fig. 490. Querschnitt durch die Haube der *Medulla oblongata* eines Embryo von 6 Monaten (*Weigert*), Nr. 91, 13 mal vergrössert. *VI* Abducens; *VI'* Abducens-Kern; *OO* kleine Olive; *Tr* Trapezium; *St.O* Stiel der Olive; *VII* Fac.-Kern; VII^{1} innere Fac.-Wurzel; VII^{2} Fac.-Knie; VII^{3} austretende Fac.-Wurzel; *VIII G. laterale VIII*; *Nv vestibuli*; *VIII'* aufsteigende Acusticuswurzel; *D Deiters*'sche Zellen; *Fasc. longitud. dorsalis*; *F.rh* Rautengrube.

Verglichen mit anderen Nervenwurzeln ist am Ursprungsschenkel des Facialis der lockere Bau auffallend und fehlen hier stärkere Faserbündel, wie sie vor allem beim *Hypoglossus*, den sensiblen Vagus- und Glossopharyngeuswurzeln, dem *Abducens* und *Oculomotorius* vorkommen, ganz und gar. Dagegen besitzt das Mittelstück einen ganz dichten Bau und ebenso die austretende Wurzel und besteht das erstere nur aus einem einzigen Faserbündel, während bei der letzteren 4—5 Bündel und mehr vorkommen. Bei dem ersteren ist eine Zunahme an Stärke im Verlaufe durch immer neu zutretende Fasern des

Fig. 491.

Ursprungsschenkels sehr auffallend und misst dieser Abschnitt, der im Querschnitte queroval ist, an seinem aboralen Ende 1,0 : 0,57 mm und steigt bis zu 1,53 : 0,80 mm.

Verbindungen des Facialiskernes. 1. Unter diesen sind vor allem Verbindungen mit den Pyramiden zu erwähnen, die bei der erwachsenen Katze leicht zur Anschauung kommen. Hier treten aus dem ventralen Rande der Pyramiden dicht am Eingange der ventralen Spalte horizontalverlaufende

Fig. 491. Querschnitt durch die Brücke des Menschen in der Gegend des Facialisknies. Nach einem Karminpräparate Nr. 135 der mikr. Sammlung. Vergrösserung 4 : 1. *P* Oberflächliche Querfasern der Brücke; *P'* tiefe Querfasern der Brücke mit Trapezfasern; *Py* Pyramidenbündel; *Lm Lemniscus medialis* (Schleife); *VI* Abducenswurzeln; VII^1 Facialisknie; VII^2 austretende Facialiswurzel; *V* spinale Trigeminuswurzel; *Os Oliva minor*; *Fl Fasciculus longitudinalis dorsalis.*

Fäserchen aus, die dorsalwärts ziehend immer mehr sich verstärken, um endlich am Grunde der Spalte eine zierliche Kreuzung zu erleiden. Nach dieser Kreuzung ziehen diese Fasern sofort als nahezu am meisten ventral gelegene *Fibrae arcuatae sive transversales internae* lateralwärts auf den hier sehr tief gelegenen Facialiskern zu (siehe eine Figur beim *Cerebellum*) und verlieren sich in diesem. — Beim Menschen sind die Verhältnisse wesentlich dieselben und kann die Fig. 452 dazu dienen, um dieselben deutlich zu machen. Aus den Pyramiden treten medianwärts starke Bündel heraus, die sofort in der *Raphe* sich kreuzend dorsalwärts vom *Lemniscus medialis (Lm)* quer und schief lateralwärts zum Facialiskerne ziehen, der hier tiefer in der Haube liegt als bei der Katze. Diese Bündel stellen die Bahnen dar, auf welchen der Willenseinfluss in gekreuzter Weise auf den Facialis sich geltend macht.

Fig. 492.

2. Finden sich zahlreiche Verbindungen des Facialiskernes mit der sensiblen Trigeminuswurzel, die wiederum bei der Katze viel deutlicher sind als beim Menschen, obschon dieselben auch hier ganz bestimmt vorkommen. Bei der Katze treten aus den ventralen zwei Drittheilen der genannten Wurzel fünf bis sechs starke Faserbündel an den Kern des Gesichtsnerven, während beim Menschen aus dem ventralen Drittheile des *Quintus* feinere Bündel gegen den genannten Kern ziehen und nur am ventralen Ende desselben einige stärkere Faserzüge vorkommen.

3. Sei hier auch der Fasern gedacht, die, wie im vorigen § geschildert wurde, den Facialiskern einerseits mit dem *Corpus trapezoides,* anderseits mit

Fig. 492. Querschnitt der *Medulla oblongata* eines neugeborenen Kaninchens, Nr. 37. Geringe Vergrösserung. *Weigert.* *VII* Kern der *Facialis*; VII^{1} aufsteigende Wurzel; VII^{2} Kern des VII. Nerven quer; *VI* Wurzel der *Abducens*; VI' Kern derselben; VII^{3} austretende Faciliswurzel; *V* Quintus sensible Wurzel; *Nv Nervus vestibuli*; *D Deiters*'scher Kern. Dorsalwärts davon die sekundäre Cerebellarbahn marklos; medianwärts davon die Verbindungen mit den Bogenfasern der *Substantia reticularis* und bei *s* die schiefe ventralwärts ziehende sekundäre Bahn; *IV Ventriculus quartus.*

der kleinen Olive verbinden und eine Verknüpfung des *Nervus cochleae* mit dem Facialis zu vermitteln scheinen, die physiologisch wohl verwerthbar wäre.

4. Endlich erwähne ich Collateralen der Seitenstrangreste, die an der ventralen Seite der austretenden Facialiswurzel und dorsalwärts von der kleinen Olive zum Facialiskerne gehen, welche wohl als centripetale Erregungen übertragende Bahnen wirken, wie die meisten Elemente des Seitenstranges.

In Betreff der Ursprünge der *Facialis* herrschen noch verschiedene Ansichten. *Meynert*, *Clarke* und von Neueren besonders *Huguenin* und *Duval*, z. Th. auch *Schwalbe* lassen einen Theil des *Facialis* aus dem Abducenskerne entspringen und schreiben diesem sogenannten oberen *Facialis* eine Einwirkung auf den *Musculus frontalis* und *Orbicularis palpebrarum* zu, welche bei centralen Facialiserkrankungen, solange als die Facialiswurzel nicht getroffen ist, wie z. B. bei der *Paralysis labioglosso-laryngealis*, noch funktioniren, während sämmtliche Muskeln der Mundspalte gelähmt sind. Gegen diese Annahme haben sich theils aus anatomischen Gründen, theils in Folge pathologischer Erfahrungen *Stieda*, *Krause*, *Gowers*, *Gudden*, *Obersteiner*, *Kahler* u. A. erklärt. *Gowers* fand bei Degeneration beider *Abducentes* den Abducenskern ganz und gar geschwunden (Med. Centralbl. 1878) und *Gudden* nahm nach dem Ausreissen Eines *Abducens* dasselbe wahr, während nach dem Ausreissen Eines *Facialis* im *Canalis Falloppiae* die Atrophie auf den eigentlichen Facialiskern sich beschränkte. Was die anatomischen Thatsachen anlangt, so ist zuzugeben, dass bei der Nähe des Abducenskernes und des Facialisstammes in der Gegend des Kniees der Schein eines Ursprunges der Elemente der austretenden Facialiswurzel aus dem Kerne des VI. Nerven entstehen kann. Sieht man jedoch ge-

Fig. 493.

Fig. 493. Frontalschnitt der *Medulla oblongata* des Menschen. Nr. 81, 82 der Serie, zweimal vergrössert (*Weigert*). *ngr Nucleus funiculi gracilis*; *nc Nucleus fun. cuneati*; *Pc*¹ distaler Theil des *Pedunculus cerebelli*; *Pc* proximaler Theil desselben; *VIIId* absteigende Vestibulariswurzel; *VI* Abducenskern; *VII*¹ aufsteigende Facialiswurzel durch das innere Knie in *VII*² die austretende Wurzel übergehend; *fld Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *Brc Brachium conjunctivum*; *Ll Lemniscus lateralis.*

nauer zu, so wird man finden, dass alle Fasern der austretenden Wurzel aus Umbeugungen der Fasern des Kniees entstehen und sind in dieser Hinsicht senkrechte und Flächenschnitte gleich beweisend. Am massgebendsten nahezu waren mir Präparate von neugeborenen Kaninchen, bei denen der grosse Abducenskern neben und dorsalwärts vom austretenden Facialisschenkel gelegen ist (Fig. 492).

Einer weiteren von *Mendel* über den oberen *Facialis* geäusserten Vermuthung kann ich mich ebenfalls nicht anschliessen. *Mendel* (Neurol. Centralbl. 1887) fand nach Zerstörung der vom oberen *Facialis* versorgten Muskeln beim neugeborenen Kaninchen eine auffällige Degeneration in den hinteren Abschnitten des gleichseitigen Oculomotoriuskernes und hält er daher für wahrscheinlich, dass der obere *Facialis* hier entspringe und im *Fasciculus longitudinalis dorsalis* zum Facialiskniee gelange, um sich hier dem Hauptnerven anzuschliessen. Es lehrt jedoch eine Untersuchung des Längsbündels an genannter Stelle, besonders an Flächenschnitten, dass dasselbe keine Fasern an den *Facialis* abgibt und wird somit auch diese Hypothese hinfällig. Ebenso zweifelhaft scheint mir ferner der von einigen Seiten (*Stieda*, *Obersteiner* u. A.) angenommene Ursprung eines Theiles der *Facialis* von dem Kerne der entgegengesetzten Seite durch Fasern, die vom horizontalen Mittelstücke des Nerven durch den dorsalsten Theil der *Raphe* auf die andere Seite übertreten (*Obersteiner*, Fig. 119, 120). Auch *Duval*, der diese Fasern im Journ. de l'Anat. et de la Phys. 1876, S. 521, Taf. XIV, Fig. 2, 3, 4 ff. abbildet und bespricht, leugnet jede Beziehungen derselben zum *Facialis* und ich schliesse mich demselben vollkommen an. Die betreffenden Fasern sind einfach *Fibrae arcuatae internae*, wie sie in der ganzen Haube vorkommen. — Endlich hat *Gowers* (Diseases of the Nerv.-Syst. II) die Ansicht ausgesprochen, dass der obere *Facialis* aus dem Hypoglossuskerne entspringe, ist aber den Beweis hierfür schuldig geblieben, ebenso wie *Bruce*, der in dieser Beziehung ebenfalls gewisse Andeutungen gemacht hat (lc. pag. 2, 6).

B. *Portio intermedia Wrisbergii, Nervus Wrisbergii.*

In Betreff des Ursprunges und Verlaufes dieses Theiles des *Facialis* liegen nur spärliche Angaben vor, unter denen die von *Duval* und *Paul Martin* die ausführlichsten und genauesten sind. Nach *Huguenin* (S. 176) und *Krause* (Mikr. Anat. S. 420) entspringt die *P. intermedia* aus dem *Nucleus acustici ventralis* und soll *(Krause)* bis 3 3 μ dicke Fasern führen, doch ist dieses Verhalten durch keine bildliche Darstellung versinnlicht. Die ersten genauen Angaben über den Ursprung der sensiblen Facialiswurzel verdanken wir *P. Martin*, der bei Katzenembryonen das Facialisganglion (das spätere *Ganglion geniculi*), von welchem die *Portio intermedia* entspringt, genau schildert und abbildet (Oesterr. Monatsschr. für Thierheilk. 15. Jahrg. 1890, Fig. 10). *Martin* beobachtete das Ganglion als ganz selbständige, früh entstehende Bildung und verfolgte das Hervorsprossen seiner Fasern cerebralwärts und nach der Peripherie. Fast gleichzeitig fand auch *His* bei einem jungen menschlichen Embryo das Facialisganglion und beobachtete den Anschluss seines cerebralen Ausläufers an den *Tractus solitarius* im Anschlusse an den Glossopharyngeus (Abh. d. sächs. Ges. d. Wissensch. 1890, Bd. XVI, Nr. 1). Diese Beziehung entdeckte schon vor längerer Zeit zuerst *Duval*, nach dessen Erfahrungen die *Portio intermedia* gewissermassen nichts als der oberste Theil der sensiblen Glossopharyngeuswurzel ist. Es versteht jedoch *Duval* mit dieser Bezeichnung nicht die Fasern des IX. Nerven, die aus dem *Fasciculus solitarius* entspringen, sondern die Elemente, die mit dem Vago-Glossopharyngeus-Endkerne am Boden der Rautengrube lateralwärts vom Hypoglossuskerne sich verbinden. Nachdem aus diesem Kerne die obersten Glossopharyngeuswurzeln sich entwickelt haben (Journal de l'Anat. et de la Physiol. 1880, Pl. XIX, Fig. 1, *q*

von *Cebus*), verschwinde der betreffende Kern nicht, vielmehr ziehe derselbe weiter hirnwärts und dann trete aus demselben in der Höhe der Acusticuswurzeln ein neuer Nerv auf (l. c. Pl. XIX und XX, 4), der nichts anderes sei als der *N. intermedius*.

Diesem zu Folge rechnet *Duval* diesen Nerven zum *Glossopharyngeus* und sucht weiter auf physiologischem Wege darzuthun, dass dieser dem *Facialis* sich zugesellende Nerv in die *Chorda tympani* übergehe und in seinen Funktionen mit dem Geschmacksnerven übereinkomme, wie dies jetzt allgemein angenommen wird (siehe *Erb*).

Nach meinen Untersuchungen beim Menschen und Säugern kann ich mich im Wesentlichen an den berühmten französischen Forscher anschliessen und muss nur in sofern abweichen, als ich, ebenso wie *Martin* und *His*, den Kern, den *Duval* als eigentlichen sensiblen Glossopharyngeuskern auffasst, für den Kern des *Fasciculus solitarius*, d. h. den Endkern der absteigenden Vago-Glossopharyngeuswurzel halte. In meiner Fig. 451 ist dieser Endkern mit einer der obersten Glossopharyngeuswurzeln beinahe so dargestellt, wie *Duval* ihn zeichnet, aus einer Gegend, wo noch die Olive vorhanden, aber der *Nervus cochleae* schon aufgetreten ist. In derselben Weise erhält sich dieser Endkern des *Fasciculus solitarius* auch da, wo der Kern des *Facialis* und der *Nervus vestibuli* auftritt und lassen sich aus demselben immer feine Faserbündel verfolgen, die an der medialen Seite des *N. vestibuli* ihre Lage haben und da wo die austretende Facialiswurzel vorhanden ist, zwischen diesen beiden Wurzeln gelegen sind (s. eine Figur im § 147). Diese Bündelchen des *Nervus Wrisbergii* durchsetzen entweder die aufsteigende Quintuswurzel oder liegen zwischen derselben und dem *Nervus vestibuli*. In gewissen Fällen ist auch der *Nervus vestibuli* an seiner Eintrittsstelle gegen den *N. intermedius* zu wie aufgelockert und wie aus mehreren kleinen Bündelchen bestehend, und sind dies wohl Fälle, in welchen der sogenannte *N. intermedius* in seinem cerebralen Verlaufe theils an den *Facialis*, theils an den *Acusticus* sich anlegt.

§ 144.

V. Trigeminus. (Fig. 494—500.)

Der dreigetheilte Nerv tritt zwar nur mit zwei Bündeln aus der Brücke heraus, besitzt jedoch, wenn man seinen Beziehungen zum Gehirne nachgeht, drei Abschnitte, die gemeinhin 1. als aufsteigende, 2. als motorische und 3. als absteigende Wurzel bezeichnet werden. Von diesen Wurzeln ist die aufsteigende rein sensibel, die 2. motorisch und die 3. oder absteigende höchst wahrscheinlich auch motorischer Natur.

Die aufsteigende Wurzel der Handbücher, die ich die spinale oder sensible Wurzel heisse, durchzieht als dichtes Faserbündel von ihrer Eintrittsstelle in der Brücke an, das ganze verlängerte Mark und beginnt in der Gegend der *Decussatio pyramidum* ganz unmerklich. In diesem Verlaufe nimmt diese Wurzel die Stelle der früheren *Lissauer*'schen Randzone ein und liegt somit unmittelbar lateral- und dorsalwärts von der *Substantia gelatinosa,* welche mit ihr in die *Medulla oblongata* übergeht und sie in ihrem ganzen Verlaufe begleitet. Verfolgt man diese Wurzel

an nach *Golgi* behandelten Stücken näher, so ergiebt sich an Längs- und Querschnitten leicht, dass dieselbe in ihrem ganzen Verlaufe eine grosse Anzahl von Seitenästchen entsendet, welche in die *Substantia gelatinosa* eintreten, die zahlreichen in dieser Substanz befindlichen Nervenzellen umspinnen und in derselben mit ihren Verästelungen frei enden. Es ist daher die *Substantia gelatinosa*, soweit sie dieser Trigeminuswurzel anliegt, als Endkern derselben zu bezeichnen und verdient die Wurzel selbst eigentlich den Namen einer absteigenden, indem die Ursprünge ihrer Nervenfasern nicht im Marke, sondern wie bei den Spinalnerven in einem Ganglion, dem *Ganglion Gasseri*, zu suchen sind (Fig. 494).

Fig. 494.

Die Lage und das erste Auftreten dieser sensiblen Trigeminuswurzel betreffend, so ergiebt sich folgendes. Da wo die Pyramidenkreuzung im Bereiche der obersten Cervikalnerven beginnt (Fig. 442), ist noch keine Spur des *Quintus* zu sehen und tritt derselbe erst da auf, wo die genannte Kreuzung besser entwickelt ist. Diese Stelle entspricht ungefähr der Gegend, in welcher die ersten Spuren der Kerne des *Fasciculus gracilis* und *cuneatus* erscheinen und liegt cerebralwärts von den dorsalen Wurzeln des *Cervicalis primus*. Die frühere *Substantia gelatinosa* und das *Caput cornus posterioris* sind hier ganz zur Seite gerückt in die Gegend des sogenannten *Fasciculus lateralis* und erscheinen nun als Anfang des Endkernes der sensiblen Quintuswurzel, welche im Beginne nur einen ganz schmalen oberflächlichen Saum derselben darstellt (Fig. 446). Dieser Saum wird nun je länger um so breiter (dicker) und stellt bald eine halbmondförmige Lage feiner Fasern dar, die den Endkern bogenförmig umgiebt, während zugleich die Schleifenfasern auftreten, die schon in der Fig. 446 sichtbar sind und zum Theil aus dem Trigeminusendkerne stammen.

Eine Aenderung der Lage der sensiblen Quintuswurzel tritt von dem Punkte aus ein, wo als Fortsetzung der Kleinhirnseitenstrangbahn die *Fibræ arcuatæ superficiales dorsales laterales* erscheinen, welche Gegend ungefähr dem caudalen Ende der grossen Olive und des *Fasciculus solitarius* oder der absteigenden Vago-Glossopharyngeuswurzel entspricht. Von hier an tritt eine zusehends sich verstärkende Lage von horizontalen Fasern an der Aussenseite der sensiblen Quintuswurzel auf, zu welcher bald auch die oberflächlichen Oliven-Kleinhirnfasern sich gesellen, und wird dieselbe so immer mehr in die Tiefe

Fig. 494. Frontalschnitt der *Medulla oblongata* einer Katze. (*Pal*). Nr. 93, 2:1. *Va Quintus, Radix spinalis*; *Crm Crus cerebelli ad pontem*; *Brc Brachium conjunctivum*; *C Cerebellum*; *VIII Ganglion laterale VIII*; *VII Facialis*; *Vm Quintus R. motoria.*

gedrängt (Fig. 448, 449, 466, 480). Hier treten dann als weitere Eigenthümlichkeiten noch folgende auf. Einmal wird die genannte Wurzel von allen oder wenigstens der grossen Mehrzahl der Vagus- und Glossopharyngeuswurzeln durchsetzt und durch dieselben in einzelne Unterabtheilungen zerklüftet (Fig. 447, 466). Zweitens treten auch Kleinhirn-Olivenfasern in grösserer oder geringerer Zahl durch dieselbe durch (Fig. 449, 467).

Bis zum Auftreten des *Acusticus* grenzt die sensible Quintuswurzel unmittelbar an den allmählich sich entwickelnden *Pedunculus cerebelli* oder das *Corpus restiforme,* von da an schiebt sich der *Nervus vestibuli* zwischen beide Theile hinein und trennt dieselben (Fig. 453), während andererseits, wie wir schon sahen, die austretende Facialiswurzel an deren medialer Seite liegt. Mit dem Erscheinen des *Corpus trapezoides* und der *Crura cerebelli ad pontem* wird dann endlich die Quintuswurzel noch mehr in die Tiefe gedrängt und nimmt die Stellung ein, welche aus den Fig. 452, 454, 455, 456, 466, 471 sich herausstellt, wobei besondere Beachtung verdient, dass dieselbe schliesslich dem Boden der Rautengrube näher liegt, als der ventralen Fläche der Brücke.

In Frontalschnitten erscheint die sensible Trigeminuswurzel **S**-förmig gebogen (Fig. 494), so dass die caudale Hälfte derselben eine Konvexität nach der lateralen Seite und ihr cerebraler Abschnitt eine solche nach der medialen Seite darbietet.

Der Endkern der sensiblen Trigeminuswurzel begleitet dieselbe in ihrem gesammten Verlaufe und liegt an der medialen Seite derselben. Derselbe ist die unmittelbare Fortsetzung der *Substantia gelatinosa* und des *Caput cornus posterioris* des Rückenmarks, so dass in keiner Weise zu bestimmen ist, wo der eine Theil endet und der andere beginnt. Dieser Endkern enthält eine grosse Menge mittelgrosser multipolarer Nervenzellen, deren nervöser Fortsatz nie auf eine grössere Strecke zu verfolgen war, keine Verästelungen darbot und z. Th. dorsalwärts, z. Th. medianwärts und ventralwärts verlief. Was die Autoren bisher als sensiblen Trigeminuskern *(Convolutio trigemini)* bezeichneten, ist nichts als der innerhalb der Brücke gelegene Theil des Endkernes, der hier aus einer gewissen Zahl von grösseren und kleineren, zwischen die Trigeminusfasern eingestreuten Nestern von grauer Substanz besteht und besser entwickelt ist als weiter spinalwärts (Fig. 454).

Vd
EK
NC
Vd

Fig. 495.

Fig. 495. Theil eines Frontalschnittes der *Medulla oblongata* einer neugeborenen Katze. Schnitt 3, Fr. 5, geringe Vergrösserung, *Golgi*. *NC Nervus cochleae* mit Theilungen; *Vd* sensible Quintuswurzel; *EK* Endkern des *V.* (*Subst. gelatinosa*).

Den feinsten Bau dieser Quintuswurzel anlangend, wie er an *Golgi*schen Präparaten sich zeigt, so ergeben Präparate von neugeborenen Katzen an Längs- und Querschnitten folgendes:

Im Stamme der Wurzel finden sich eine bedeutende Zahl von Theilungen der einzelnen Wurzelfasern, die meist unter spitzen Winkeln erfolgen, aber auch unter rechten Winkeln vorkommen; doch sind diese Theilungen nicht ganz denen der Fasern der sensiblen Rückenmarkswurzeln vergleichbar, indem dieselben einmal allem Anscheine zufolge lange nicht alle Wurzelfasern betreffen und zweitens, was jedoch minder wichtig ist, die Theilungsäste, wo sie vorkommen, nicht nach entgegengesetzten Richtungen auseinandertreten, sondern schliesslich alle caudalwärts weiter ziehen.

Fig. 496.

Im weiteren Verlaufe verhalten sich dann die sensiblen Quintusfasern im Wesentlichen wie die sensiblen Wurzelfasern der Rückenmarksnerven, und zeigen einmal eine grosse Anzahl von Collateralen und zweitens direkte Endigungen. Die ersteren gehen, wie überhaupt solche Collateralen, meist unter rechten Winkeln von den Stammfasern ab, sind alle ohne Ausnahme medianwärts gerichtet, und zeigen in ihrem Verlaufe zahlreiche, öfter sich wiederholende spitzwinklige Theilungen. Die unmittelbaren Endigungen der Stammfasern erscheinen wie beim Rückenmarke als unter rechten Winkeln stattfindende Umbiegungen, welche alle nach kürzerem oder längerem Verlaufe mit feinen Verästelungen ausgehen. Beiderlei Fasern zusammen bewirken an Längs- und Querschnitten dasselbe Bild wie am Rückenmarke von zahlreichen, neben- oder hintereinander gelegenen Faserbündelchen, die dem Endkerne zustreben und in denselben eintreten (Fig. 495).

Die letzten Endigungen dieser beiderlei Fasern anlangend, so halte ich für sicher, dass die Stammfasern in dem Endkerne selbst ihr Ende erreichen, indem dieselben die Nervenzellen desselben von allen Seiten umgeben und einhüllen. Und zwar finden sich hier so wunderbar reiche Endbüschel (Fig. 496), wie ich sie in keinem anderen Kerne schöner gesehen, an denen besonders das auffallend ist, dass dieselben oft in ihrem gesammten Verlaufe wie als besondere

Fig. 496. Aus der *Medulla oblongata* der neugeborenen Katze. Stärkere Vergr. Präp. Nr. 6, *Golgi*. *Rs Radix sensibilis quinti*; *EK* Endkern derselben (*Substantia gelatinosa*) mit vielen in demselben endenden Collateralen, *Fa Fibrae arcuatae superficiales laterales dorsales*.

Bäumchen erscheinen. Auch von den Collateralen scheint ein Theil in dem Endkerne auszugehen, dagegen ist sicher, dass hier auch andere Beziehungen sich vorfinden und zwar vor allem zu den motorischen Ursprungskernen des *Hypoglossus, Facialis* und *Quintus*. Am leichtesten sind diese sensiblen Quintuscollateralen in den letztgenannten beiden Kernen nachzuweisen, nur andeutungsweise im *Hypoglossus*. Zum *Facialis* treten ganz zusammenhängende Bündel solcher Collateralen, die ich am schönsten beim neugeborenen Kaninchen sah. Höchst wahrscheinlich erhält auch die *Portio motoria* X. et IX. solche Quintuscollateralen. Alle diese Collateralen enden, wie im Marke, mit feinen Verästelungen und Endbäumchen um die betreffenden Zellen herum.

Verbindungen des Endkernes der sensiblen Trigeminuswurzel. Diese noch nicht bekannten Verbindungen sind an *Golgi*'schen Präparaten von Embryonen leicht nachzuweisen. Aus dem Endkerne dieser Wurzel entspringen nämlich allerwärts innere Bogenfasern, welche, den Schleifenfasern sich beimengend, die *Raphe* überschreiten, und jenseits derselben wohl unzweifelhaft wie diese zu Längsfasern sich umbiegen und in der Haube zum Gehirne weiter ziehen, wo wir deren Verlaufe weiter nachspüren werden. Diese Trigeminusschleifenfasern geben auf ihrem Wege zahlreiche Collateralen ab, die vielleicht bestimmt sind, auf die grossen multipolaren Zellen der *Subst. reticularis alba et grisea* einzuwirken.

Von Ursprüngen und Verbindungen des sensiblen Theiles des *Trigeminus*, die als vorläufig nicht gesicherte zu bezeichnen sind und von mir nach meinen bisherigen Erfahrungen nicht bestätigt werden konnten, erwähne ich folgende:

1. Eine mittlere sensible Wurzel, die mit der *S. ferruginea* in Verbindung stehen soll. Dieses von *Meynert* am einlässlichsten beschriebene Bündel soll als ein 0,8 mm dickes *Stratum* unter dem grauen Boden der Rautengrube quer medianwärts verlaufen, das hintere Längsbündel durchbrechen, durchflechten und umkreisen, mit dem Bündel der anderen Seite gekreuzt auf die andere Seite sich begeben, um dann in den Quintusstamm einzutreten (*Meynert*, Fig. 252, 253, 256). Anders fasst *Duval* diese Wurzel auf, indem er dieselbe aus der *S. ferruginea* direkt lateralwärts an den Quintusstamm derselben Seite sich anschliessen lässt (Journ. de Robin et Pouchet 1877, Pl. 31, Fig. 9 et 10 X; 1878 Pl. II, Fig. 1, 2 2) und die von *Meynert* geschilderte Kreuzung leugnet. Andere Autoren, wie *Huguenin* und *Forel*, bestreiten überhaupt das Vorkommen einer mittleren sensiblen Wurzel. Ich kann die Beobachtungen von *Meynert* insofern bestätigen, als auch ich aus der Gegend der *S. ferruginea* die von ihm beschriebenen Faserbündel herkommen sehe. Was aber aus diesen horizontalen, oberflächlich verlaufenden Fasern wird, ist eine andere Frage. Ein Theil derselben wandelt sich noch auf derselben Seite durch bogenförmige Umbiegungen in Fasern um, die in dorso-ventraler Richtung parallel der *Raphe* in die *S. reticularis* übertreten und nach kürzerem oder längerem Verlaufe in derselben in einer Gegend, dorsalwärts vom *Lemniscus medialis*, sich verlieren, die stärkere Längsbündel enthält. Ein anderer Theil der genannten Fasern geht durch das dorsale Längsbündel selbst oder an der dorsalen Seite desselben zur *Raphe*, kreuzt sich hier mit nach der dorsalen Seite konkaven Zügen mit denen der anderen Seite und verliert sich dann in derselben Weise in der Gegend der *S. ferruginea*, ohne dass jedoch einzelne Fasern in ihrem Gesammtverlaufe zu verfolgen wären. Von einem Anschlusse dieser Fasern an die sensible Trigeminuswurzel im Sinne von *Meynert* und *Duval* war nirgends etwas zu sehen, dagegen entstand oft der Anschein von Verbindungen mit der absteigenden und der motorischen Wurzel. (Siehe unten bei diesen.) Alles zusammengenommen, wüsste auch ich über die Bedeutung der *S. ferruginea* nichts Bestimmtes auszusagen.

2. *Meynert* unterscheidet auch Kleinhirnwurzeln des *Trigeminus*, die neben dem Bindearme, denselben durchsetzend und umgürtend, aus dem kleinen Gehirne austreten

(lc. Fig. 252, 253, 5 c). Auch *Huguenin* bildet diese Fasern ab (Fig. 104), ebenso *Edinger* (3. Aufl., Fig. 93). *Krause* und *Schwalbe* (S. 682) halten das Vorkommen solcher Wurzeln aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen für wahrscheinlich. *Bechterew* u. A. leugnen das Vorkommen solcher Fasern, von denen auch ich nichts wahrzunehmen vermochte.

Die motorischen Quintuswurzeln zerfallen in eine grösserere, die eigentliche motorische Wurzel, und in eine kleinere, die gemeinhin die absteigende heisst, und die ich die cerebrale oder absteigende nennen will, deren physiologische Bedeutung noch nicht als ganz gesichert angesehen werden kann.

Die eigentliche motorische Wurzel entspringt in einem besonderen Kerne, dem motorischen Quintuskerne *(noyau masticateur* der Franzosen), welcher, in der Längsrichtung durch einen kleinen Zwischenraum vom Facialis- und Abducenskerne getrennt, an der medialen Seite des cerebralen Endes der sensiblen Wurzel seine Lage hat (Fig. 497, *Vm*) und gewissermassen die Fortsetzung des Facialiskernes bildet, wenn derselbe auch etwas weiter dorsalwärts gelegen ist als dieser. Zur genaueren Bestimmung der Lage dieses Kernes sei noch erwähnt, dass derselbe mit seinem caudalen Ende in Einer Höhe liegt mit dem cerebralen Stücke der kleinen Olive und der Umbeugung des 2. Abschnittes der Facialiswurzel in das austretende Wurzelstück dieses Nerven, während sein cerebrales Ende etwas über die sensible Quintuswurzel hinausragt. In Betreff der Ausdehnung dieses Kernes ist zu bemerken, dass dasselbe beim Menschen im Ganzen über 50 Schnitte sich erstreckt und im Querschnitte länglich rund erscheint mit einer Höhe von 2,28—3,37 mm und einer Breite von 1,2—1,4 mm. Seine Elemente sind grosse multipolare Zellen von 50—60—70 μ, die an *Golgi*'schen Präparaten unverästelte nervöse Fortsätze darbieten.

Fig. 497.

Mehrere Autoren, von Neueren *Obersteiner*, *Edinger*, *Bruce*, nehmen eine theilweise Kreuzung der motorischen Wurzeln an, so dass jede Wurzel aus beiden Kernen ihren Ursprung nehmen würde. Ich habe dieser

Fig. 497. Querschnitt der Brücke am Trigeminusaustritte eines menschl. Embryo von sechs Monaten. Vergr. 1:6, Nr. 102, 103. *P* Pons; *Py* Pyramis, beide marklos; *T* Tegmentum; *Os* kleine Olive, grösstentheils marklos; *Fl.d* *Fasc. long. dors.* markhaltig; *Vm* motorischer V.-Kern; *Vm'* motorische Wurzel; *Vd* *Quintus descendens* mit Kerntheilen; *Va* spinale Trigeminuswurzel quer; *Va'* Austritt derselben; *IV* Ventriculus IV. *Weigert.*

Frage alle Aufmerksamkeit gewidmet und glaube in der That berechtigt zu sein, beim Kaninchen eine solche Kreuzung anzunehmen. Bei neugeborenen Thieren ergiebt sich (Fig. 498), dass von zwei Seiten her Faserbündel an den motorischen Kern herantreten, einmal die genuine motorische Wurzel, die hier den Kern in einem grossen Bogen lateral- und dorsalwärts umfasst und von der Konkavität desselben die zahlreichsten Fasern zwischen die Zellen des Kernes hineinsendet. Zweitens kommen aber auch von der medialen Seite von der *Raphe* und einer oberflächlichen dorsalen Faserlage her ganz entschieden zahlreiche Fasern in den Kern, die z. Th. ein stärkeres Bündel bilden, z. Th. mehr einzeln verlaufen. Da nun auch die echte Wurzel mit ihrem Ende in diese oberflächliche Faserschicht ausgeht, so scheint mir für dieses Geschöpf ein theilweise gekreuzter Ursprung der motorischen Wurzel festgestellt.

Beim Menschen ist es mir nicht gelungen, mit voller Sicherheit einen theilweise gekreuzten Ursprung der fraglichen Quintuswurzel nachzuweisen, indem das oberflächliche Faserbündel wohl mit beiden motorischen Wurzeln zusammenhängt, aber kein besonderes Bündel zur medialen Seite des Kernes abgiebt. Natürlich ist durch diesen Befund das Vorkommen einer Kreuzung nicht ausgeschlossen. Die betreffenden Fasern hängen in der Gegend der *Raphe* und lateralwärts davon mit den Fasern zusammen, die aus dem *Locus cœruleus* stammen (siehe oben), doch lässt sich ziemlich bestimmt sehen, dass die letzteren feiner, die ersteren gröber sind.

Fig. 498.

Von den Verbindungen des motorischen Kernes wurden diejenigen mit der sensiblen Quintuswurzel bereits erwähnt und vermitteln dieselben die von derselben ausgehenden Reflexe auf die Kaumuskeln. Andere solche

Fig. 498. Querschnitt der *Medulla oblongata* eines neugeborenen Kaninchens. Nr. 41, *Weigert*. Geringe Vergrösserung. *Vm'* motorische Trigeminuswurzel; *IV Ventriculus quartus*; *Vm* Kern des *Quintus motorius*; *Vd Quintus descendens* mit Kern; *V* Endkern der sensiblen Wurzel; *V'* austretende sensible Wurzel; *VII* Facialiskern; *VI* Abducenswurzel. Von den oberflächlichen horizontalen Fasern stammen die lateralen aus der motorischen Wurzel derselben Seite, die medialen z. Th. von dem Kerne der anderen Seite.

Verbindungen mit centripetalleitenden Elementen tieferer Theile, ja selbst des Rückenmarks, lassen leicht sich herleiten durch Collateralen der Längsbündel der Haube, die die ganze *Substantia reticularis* in reichlichster Menge durchziehen (Entstehung von *Trismus* durch periphere Reize). Die nothwendig anzunehmenden Beziehungen der Willkürbahnen zu dem motorischen Quintuskerne sind nicht direkt anatomisch zu bestimmen, doch steht nichts der Annahme im Wege, dass Pyramidenfasern entweder durch die geraden Fasern der *Raphe* oder vermittelst dorso-ventraler Fasern der *Substantia reticularis* gekreuzt auf diesen Kern einwirken.

Fig. 499.

Die kleinere oder cerebrale motorische Wurzel (die vordere Wurzel, die trophische Wurzel *Merkel's*) zeigt ein ganz eigenthümliches Verhalten, indem dieselbe nicht aus einem geschlossenen, scharf umgrenzten Kerne stammt, sondern ihre Fasern aus weit zerstreuten, grösstentheils vereinzelt oder nur in kleinen Häufchen beisammen liegenden Zellen bezieht.

Geht man bei der Beschreibung dieser Wurzel von der Gegend des *Velum medullare vermis* und der Kreuzungsstelle der *Trochleares* aus (Fig. 499), so findet man hier zwischen der dorsalen Spitze des Bindearmes und dem Querschnitte der zur Kreuzung sich anschickenden Wurzel des *Trochlearis* einen halbmondförmigen Querschnitt grober Nervenfasern, dessen grösste Breite 0,28 mm und dessen Sehne 1,24 mm beträgt. Die Lage dieses Querschnittes zur seitlichen Ausbuchtung des 4. Ventrikels, sowie zum *Fasciculus longitudinalis dorsalis* wird ebenfalls aus der Fig. 499 deutlich und ferner ergiebt sich aus derselben auch,

Fig. 499. Querschnitt der Brücke. Karmin-Präp. 317, Vergr. 4 : 1 in der Gegend der Trochleariskreuzung im *Velum medullare dorsale*. *Br.c Brachium conjunctivum*; *Vd Quintus descendens*; *IVd* Trochleariswurzel der rechten Seite; *IVs* Trochleariswurzel der linken Seite; *Fl Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *Tg* Tegmentum oder *Substantia reticularis*; *Lm Lemniscus medialis*; *Ll Lemniscus lateralis s. Laqueus*; *P* Pyramidenbündel und Querfasern der Brücke.

dass die Zellen der *Substantia ferruginea* zwischen der fraglichen Quintuswurzel und dem dorsalen Längsbündel ihren Sitz haben. — Um den genannten Querschnitt herum finden sich eine gewisse geringe Anzahl grosser runder, oder eiförmiger oder spindelförmiger häufig leicht pigmentirter Nervenzellen, von 40 — 60 — 80 μ, die denen der *Substantia ferruginea* zwar ähnlich sehen, aber doch in der Regel grösser, heller und weniger gefärbt sind und darum und ihrer kugeligen Form halber von den Autoren als „blasig" bezeichnet werden, ohne wirklich diesen Namen zu verdienen (Fig. 500). Bemerkenswerth ist das ungemein feinkörnige Protoplasma dieser Zellen, das an Karminpräparaten ein ganz homogenes eigenthümliches Aussehen annimmt, wie nicht leicht andere Nervenzellen ein solches darbieten. Die Kerne dieser Zellen sind eher klein, scharf gezeichnet mit deutlichem Nucleolus.

Verfolgt man den beschriebenen Querschnitt der absteigenden Quintuswurzel cerebralwärts, so ergiebt sich, dass derselbe nach und nach in ein dünnes gebogenes Band übergeht (Fig. 501), welches allmählich an den *Fasciculus longitudinalis* sich anschliesst und ohne Abgrenzung mit demselben zusammenhängt. Ohne Ausnahme liegt die Trochleariswurzel, mag dieselbe aus Einem oder mehreren Bündeln bestehen, in der medialen Aushöhlung dieses Bandes (Fig. 458), während an die Stelle des tiefer rückenden *Brachium conjunctivum* der *Lemniscus lateralis* und die Bogenfasern des Tegmentum treten (Fig. 458, 460, 501). Während dies geschieht, gestaltet sich der Querschnitt der absteigenden Quintuswurzel immer mehr zu einem ganz dünnen, aber in dorso-ventraler Richtung langen Blättchen um, das genau der lateralen Grenze der den *Aquaeductus Sylvii* umgebenden grauen Substanz (centrales Höhlengrau d. Autoren) folgt und wie diese eigenthümlich geknickt ist (Fig. 460, 501), von welcher Knickung schon die Fig. 499 die erste Andeutung zeigt.

Fig. 500.

Fig. 500. Aus einem Schnitte der absteigenden Quintuswurzel des Menschen aus der Gegend der Trochleariskreuzung, Nr. 323, Karmin. *Vdw* Querschnitte der absteigenden Quintuswurzel; *Vk* Zellen des Kernes dieser Wurzel im Ganzen 7; *f* Zellen der *S. ferruginea* im Ganzen 6; *cgr* centrales Höhlengrau um den *Aquaeductus Sylvii* herum. Stärkere Vergrösserung.

So findet sich diese absteigende Quintuswurzel noch in der Gegend des Trochleariskernes und der spinalen Vierhügel (Fig. 501), fehlt aber auch im Bereiche der cerebralen Vierhügel und der Oculomotoriuskerne nicht (Fig. 460), immer von einer gewissen Zahl der schon beschriebenen grossen Nervenzellen begleitet, die vorzugsweise an der medialen aber auch an der lateralen Seite derselben liegen. Endlich schwinden gegen die *Commissura distalis* zu die Fasern dieser Wurzel immer mehr, an die Stelle der Querschnitte derselben treten schiefe und in den Querschnittsebenen am Rande der centralen grauen Substanz verlaufende bogenförmige Elemente, von denen die letzten wie von der dorsalen Gegend des *Aquaeductus* her ventralwärts verlaufen und von spärlichen Zellen zu stammen scheinen, die ebenfalls in dieser Gegend sich finden.

Fig. 501.

Beginnt so die kleine motorische Trigeminuswurzel im Innern der cerebralen Vierhügel ganz unmerklich, so wird dieselbe auf der anderen Seite im Bereiche des *Ventriculus* IV. immer deutlicher. So lange als die Bindearme vorhanden sind, erscheint dieselbe so, wie die Fig. 457 es darstellt, nur dass ihr Querschnitt caudalwärts immer mächtiger wird. In der Gegend, wo diese Bindearme aus dem *Nucleus dentatus cerebelli* sich entwickeln und die kleinen zwischen diesen gelegenen Kerne (der Pfropf-, Kugel- und Dachkern) auftreten,

Fig. 501. Proximaler Theil der Brücke des Menschen in der Gegend des hintern Hügelpaares mit dem Trochleariskerne quer, Carmin. Vergr. 4 : 1, Nr. 389, 394, 396. *a Aquaeductus Sylvii* mit der denselben umgebenden grauen Substanz, die bei *kk* in der Mitte und seitlich Anhäufungen grösserer Zellen zeigt; *Q.p* distaler Vierhügel mit Andeutungen von Bogenfasern gegen die graue centrale Substanz zu; *Fl Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *IVK* Kern des Trochlearis; *Br.c* verschmolzene Bindearme; *Tg* Tegmentum oder *S. reticularis*; *Vd Radix descendens trigemini* mit einigen grossen Zellen an ihrer medialen Seite; *Ll Lemniscus lateralis*; *Lm Lemniscus medialis*.

beginnt dann die *Radix descendens* zum Austritte sich anzuschicken und zeigt sich an Querschnitten in Form kurzer, dünner, in dorsoventraler Richtung verlaufender Bündel, welche immer länger werdend, zuletzt die Querschnitte ganz verdrängen. Diese Gegend entspricht dann auch der Austrittsstelle der sensiblen und der motorischen Wurzel und lässt sich leicht beobachten (Fig. 498, 502), wie die absteigende Wurzel zwischen die beiden anderen sich hineinschiebt und der motorischen Wurzel sich anschliesst.

Die grossen rundlichen Zellen, welche den ganzen Verlauf der absteigenden Quintuswurzel begleiten, fehlen auch in dem zweiten hier beschriebenen Abschnitte der Wurzel nicht und sind gerade im letzten Theile desselben unmittelbar vor dem Austritte der Wurzel so entwickelt (Fig. 498), dass dieselben einen besondern Kern bilden. (S. auch *Merkel* l. c. Fig. 5 und *Duval* Journ. de l'Anat. et de la Phys. 1879, Pl. 37, Fig. 3; Pl. 38, Fig. 3.) *Merkel* schildert diese Zellen als bipolar und giebt weiter an, dass dieselben alle einen feineren centralen und einen groben peripherischen Ausläufer besitzen (l. c. Fig. 1), welche beide Achsencylinderfortsätze darstellen. Nach dieser Schilderung würden somit mitten im Gehirn bipolare Nervenzellen vorkommen, wie im *Acusticus* und in den Ganglien niederer Wirbelthiere, und wäre bei dem jetzigen Stande der feineren Nervenanatomie nur Eine Auffassung möglich, nämlich die, dass die absteigende Wurzel des *Trigeminus* ein sensibler Nerv ist, der die Ursprungsstelle seiner Nervenfasern mitten im Gehirn hat. Die feinen centralen Fasern von *Merkel* müssten in diesem Falle in derselben Weise als Endfasern angesehen werden, wie die in das Rückenmark eintretenden Elemente der Spinalganglien.

Fig. 502.

Erscheint schon an und für sich eine solche Auffassung als wenig zusagend, so wird dieselbe noch weniger annehmbar, wenn man bedenkt, was auch *Merkel* bekannt war, dass die Fasern der sensiblen Trigeminuswurzel fein, diejenigen der absteigenden Wurzel dagegen sehr stark, ja selbst stärker als diejenigen des *Trochlearis* sind (Fig. 500). Aus diesem Grunde habe ich eine genaue Prüfung der fraglichen Ursprungszellen vorgenommen und hierbei die bestimmte Ueberzeugung gewonnen, dass dieselben multipolar sind. Da in noch so gut gefärbten Silberpräparaten diese Zellen sich nicht färben, so

Fig. 502. Austrittsstelle des Quintus aus dem verl. Marke eines neugeborenen Kaninchens. Ger. Vergr. Erklärung bei Fig. 498.

wählte ich gute Karminpräparate und fand dann bei der Durchmusterung einer vorzüglichen Serie vom Menschen, dass in einer gewissen Zahl von Fällen mit voller Sicherheit mehr als zwei Fortsätze an diesen Zellen nachzuweisen sind, und zwar entweder drei oder vier, von welchen einer der überzeugendsten in der Fig. 503 dargestellt ist. In derselben ist auch eine scheinbar bipolare Zelle wieder gegeben, deren beide Fortsätze, im Gegensatze zu der Angabe von *Merkel*, gleich stark sind und im weiteren Verlaufe der eine in zwei, der andere in drei Aeste ausläuft, von denen vielleicht Einer als Achsencylinderfortsatz anzusehen ist. Diesen Ergebnissen zufolge nehme ich an, dass die Ursprungszellen der absteigenden motorischen Wurzel nur Einen Achsencylinderfortsatz besitzen, und dass die andern Fortsätze derselben verästelte Dendriten sind, wenn es mir auch bisher nicht gelang, reichere Verästelungen zu sehen.

Fig. 503.

Fig. 503. Aus dem *Ramus descendens quinti* des Menschen, Carmin. Starke Vergrösserung. Von dem einen Präparate Nr. 400 sind ausser den Querschnitten von Wurzelfasern zwei Zellen dargestellt, eine mit 4 Fortsätzen und eine zweite, die nur einen solchen erkennen liess. Aus dem anderen Präparate Nr. 415 ist nur eine bipolare Zelle besagten Nervens für sich allein gezeichnet.

Diese Zeilen waren schon längst geschrieben, als mir vor ein paar Tagen der Monitore Zoologico Italiano vom 5. Juli in die Hände kam, in welchem *U. Rossi* über eine mir unbekannte Arbeit *Golgi*'s referirt (Interno all' origine del quarto nervo cerebrale in Atti della R. Accademia dei Lincei Ser. 5. Rendiconti Vol. 2. 1893). Nur beiläufig erwähne ich, dass *Golgi* die Zellen, die durch *Meynert* zuerst mit Recht als der *Radix descendens quinti* angehörig erkannt wurden, dem *Trochlearis* zuschreibt, eine Ansicht, von deren Unrichtigkeit Serienschnitte ihn wohl bald überzeugen werden. Wichtiger ist, dass *Golgi* diese Zellen für unipolar erklärt und durch Isolirung derselben von dieser Thatsache sich überzeugt zu haben glaubt. Färbungen dieser Zellen in Silber sind auch *Golgi* nur in „sehr wenigen“ Fällen gelungen und erklärt er ebenfalls dieselben als gegen seine Methode sehr rebellisch. — Trotz aller Hochachtung vor meinem gelehrten und so verdienten Freunde muss ich doch *Merkel*'s und meine positiven Ergebnisse höher stellen, und kann ich daher davon absehen, die Schwierigkeiten für eine physiologische Erklärung zu betonen, die das Vorkommen unipolarer Zellen im Centralorgane hervorrufen würde, grösser noch als die Annahme bipolarer solcher Elemente im Sinne *Merkel*'s.

Mit Bezug auf die Verbindungen der Ursprungszellen der *Radix descendens* V. gelang es mir nicht, irgend etwas Bestimmtes zu ermitteln, mit Ausnahme dessen, dass dieselben am Boden der Rautengrube, da wo sie einen kernartigen Haufen bilden, von feinen Faserverästelungen umsponnen werden, die von Querfasern von der Gegend der *Raphe* abstammen. Diese Querfasern gehören demselben feineren Faserzuge an, von dem schon oben bei Gelegenheit der *Substantia ferruginea* die Rede war und halte ich es nicht für unmöglich, dass ein Theil dieser Fasern auf Pyramidenfasern zurückzuführen ist. Von der lateralen Seite her gehen in diesen Theil des Kernes, ebenso wie in den Kern der echten motorischen Wurzel, Elemente des sensiblen Trigeminusendkernes ein. Zu den im Bereiche der Vierhügel liegenden Theilen der Zellen der absteigenden Quintuswurzel liessen sich solche Elemente nicht nachweisen, wohl aber sind auch hier noch lange horizontale Fasern von Seiten der *Raphe* vorhanden, soweit jedenfalls als die *Substantia ferruginea* diese Quintuswurzel begleitet.

Am spinalen Ende der absteigenden Trigeminuswurzel finde ich in der Gegend des Hauptkernes dieser Wurzel eine auffallende Verbreiterung derselben, sodass dieselbe hier wie eine dicht unter dem Boden der Rautengrube befindliche quere Faserlage erscheint, die halbwegs bis zur *Raphe* reicht.

Als Facit aus allem, was über die absteigende Trigeminuswurzel bekannt ist, stehe ich nicht an, dieselbe als eine motorische zu bezeichnen. Die Dicke ihrer Fasern, der Anschluss an die *Portio minor* und die Unmöglichkeit einer anderen Deutung sind die Hauptargumente. Dazu kommt die Grösse ihrer Ursprungszellen, die freilich nicht entscheidend ist. Welche Muskeln dieser Wurzel unterstehen, ist freilich nicht von Ferne zu errathen; doch darf man vielleicht an den *Tensor veli palatini* und den *Tensor tympani* denken, schwerlich an den *Mylo-hyoideus* und *Biventer anterior*.

In Betreff der Hypothese von *Merkel*, dass die absteigende Wurzel des Trigeminus eine trophische sei, verweise ich auf die Experimente von *Duval* und *Laborde*, die lehren, dass jede Verletzung der sensiblen Trigeminuswurzel

mit Ernährungsstörungen des Bulbus verbunden ist. (Journ. de l'Anat. et de la Phys. 1879, S. 512.)

Die Lage der kleinen motorischen Wurzel des Quintus ist nicht bei allen Geschöpfen die gleiche. Beim Menschen liegt diese Wurzel, wie wir sahen, an der lateralen Seite des *Trochlearis*, bei den Carnivoren (der Katze) dagegen, wie *Duval* richtig angibt, an der medialen Seite dieses Nerven (Journ. d'Anat. de Phys. 1879, Pl. 37, Fig. 1, 2), und bei der Ratte wird nach demselben Autor der *Trochlearis* von der absteigenden Quintuswurzel durchsetzt (l. c. 1878, Nr. 32, Fig. 6), ebenso beim Kaninchen (l. c. Pl. 38, Fig. 1—2).

Nach *Krause* sind die Ursprungszellen der absteigenden Trigeminuswurzel bipolar und soll der medullarwärts gerichtete Eine Fortsatz sich in Dendriten spalten, der andere cerebralwärts verlaufende der Achsencylinderfortsatz sein, der sich wahrscheinlich auch später medullarwärts umbeuge.

§ 145.

VI. Augenmuskelnerven: Abducens, Trochlearis, Oculomotorius.

A. Der Abducens

zeigt sehr einfache Verhältnisse, die z. Th. schon beim *Facialis* erwähnt wurden.

Der Ursprungskern dieses Nerven ist von kugeliger Gestalt und liegt in dem dorsalsten Theile der Haubenregion, z. Th. in der Aushöhlung des inneren Facialiskniees. Genauer bezeichnet gehen die Fasern des Ursprungsschenkels des *Facialis* z. Th. an der dorsalen Seite des Abducenskernes vorbei, um dann in das Mittelstück sich auszubiegen, welches an der medialen Seite des genannten Kernes seine Lage hat (Fig. 491). Da wo dieses Stück alle Wurzeln aus dem Facialiskerne aufgenommen hat, liegt der Abducenskern eine kurze Strecke weit ganz frei, eine Hervorragung unter dem Ependym bildend, wird dann aber sofort wieder von dem austretenden Wurzelstücke bedeckt.

Der Abducenskern besteht aus mittelgrossen multipolaren Zellen von 40 bis 50 μ Durchmesser mit unverästelten nervösen Fortsätzen. Die Abducenswurzeln treten mit einer grösseren Zahl (15—18) von Bündeln, die meist in zwei Längsreihen liegen, in ventro-dorsaler und cerebralwärts geneigter Richtung an der lateralen Seite der Pyramiden durch die Brücke (Fig. 453), durchsetzen das *Corpus trapezoides* und die Schleifenschicht an der medialen Seite der kleinen Olive und treten von der medialen Seite her an den Kern heran (Fig. 455, 488), in den sie von dieser und der dorsalen Seite her mit gebogenen, zierlich pinselförmig auseinander tretenden Fasern eindringen, um in demselben mit den Zellen sich zu verbinden.

Abducensfasern, die die *Raphe* durchsetzen und zum Kerne der anderen Seite gelangen sollen (*Obersteiner*, S. 291), sind mir nicht zu Gesicht gekommen. Ferner hat *Duval* bei einem Affen (*Cynocephalus Papion*) Faserbündel beschrieben, die aus dem Abducenskerne stammend in den *Fasciculus longitudinalis dorsalis* eintreten und von diesem aus mit gekreuzten Bündeln einmal in den *Trochlearis* der anderen Seite und zweitens auch in dem entgegengesetzten *Oculomotorius* übergehen. Diesem zufolge würde der *Abducens* der rechten Seite nicht nur auf den rechten *M. rectus externus*, sondern auch un-

mittelbar auf den linken *Obliquus superior* und auf gewisse vom *Oculomotorius* versorgte Muskeln der linken Seite, wie z. B. auf den *Rectus internus*, einzuwirken im Stande sein (*Duval* et *Laborde*, de l'innervation des Mouvements associés des globes oculaires in Journal d'Anat. et de Phys. 1880, Pl. I). Diesen wichtigen Angaben habe ich beim Menschen alle Aufmerksamkeit zugewendet, war jedoch leider, ebensowenig wie *Gudden* beim Kaninchen, im Stande, die Angaben von *Duval* zu bestätigen, wie bei der Beschreibung des *Oculomotorius* genauer dargelegt werden soll.

Verbindungen des Abducens. Der Abducenskern ist, wie *Golgi*sche Präparate von Neugeborenen und Embryonen lehren, von denselben feinen Faserverästelungen durchzogen, die wir bei allen motorischen Kernen finden und theils auf Enden von Pyramidenfasern, theils auf solche sensibler Elemente beziehen. Da aus diesen Kernen eine Menge feiner Fasern der *Raphe* zustreben, und durch diese auf die andere Seite treten, um als *Fibrae arcuatae* und *dorsoventrales* weiter zu ziehen, so ist ein Antheil der Pyramiden an der Versorgung dieser Kerne leicht erklärlich, wenn auch nicht direkt nachzuweisen. Als sensible Elemente deute ich Collateralen des *Quintus*, die von der lateralen Seite in die genannten Kerne treten. Ausserdem finden sich aber noch räthselhafte, unverstandene Beziehungen zu den kleinen Oliven, welche ein besonderes Faserbündel, den sogenannten Stiel der kleinen Olive zum Abducenskerne senden (Fig. 455). Man ist geneigt, diese Fasern auf den *Acusticus* zu beziehen, der wie wir oben sahen, mit dem *Corpus trapezoides* und durch dieses mit der kleinen Olive in Beziehung steht, und reflektorische Augenbewegungen auf Schalleindrücke von denselben abzuleiten, mit welchem Rechte werden weitere Erfahrungen zu lehren haben. Ebenso nahe liegend scheint es mir, diesen Stiel der kleinen Olive als eine sensible Leitung II. Ordnung durch den *Lemniscus lateralis* mit dem Kerne der proximalen Vierhügel und somit mit dem Opticus in Verbindung zu bringen, zwischen welchem und den Augenmuskelnerven jedenfalls nähere Beziehungen bestehen, als zwischen diesen und dem *Acusticus*, welche jedoch nicht geleugnet werden sollen. Ueber Verbindungen der Kerne aller Augenmuskelnerven mit dem *Fasciculus longitudinalis* siehe beim III. Nerven.

B. Trochlearis.

Der Ursprungskern dieses Nerven liegt in einer dorsalen Aushöhlung oder Vertiefung des *Fasciculus longitudinalis dorsalis* im Bereiche des cerebralen Abschnittes der distalen Vierhügel (Fig. 459) und stellt im Querschnitte eine dorsalwärts halbkugelig vorspringende Zellenmasse dar. Von diesem Kerne aus verlaufen die Fasern des Nerven nicht direkt zu seiner Austrittsstelle am *Velum medullare medium (mihi)*, vielmehr beschreiben dieselben hierbei einen doppelten Bogen. Aus dem lateralen Theile des Kernes entspringend, verlaufen dieselben erst bogenförmig dicht an den *Fasciculus longitudinalis* sich haltend dorsalwärts bis in die Höhe der absteigenden Quintuswurzel, sammeln sich dann beim Menschen an der medialen Seite derselben zu 1—3—4 Bündeln, welche rechtwinklig sich umbiegend spinalwärts weiterziehen (Fig. 458). In der Höhe des *Velum medullare medium* angelangt, wendet sich dann jede Wurzel oder

Wurzelkomplex dorsalwärts in dieses hinein, kreuzt sich in demselben mit dem Nerven der anderen Seite und tritt an der bekannten Stelle aus.

Der Trochleariskern enthält mittelgrosse multipolare Nervenzellen, von 40—50 μ und zeigt an *Golgi*'schen Präparaten von Embryonen und Neugebornen sehr dichte, zierliche, feine Nervenfaserverästelungen um die Zellen herum, die wie in allen motorischen Kernen z. Th. auf Endigungen von Pyramidenfasern, z. Th. auf sensible zuleitende Elemente zu beziehen sind, deren Herkunft auf den *Fasciculus longitudinalis* und den *Opticus* führt, wie dies beim *Oculomotorius* weiter besprochen werden soll.

C. Oculomotorius, gemeinsamer Augenmuskelnerv.

Das 3. Nervenpaar entspringt aus zwei etwa 5 mm (bei der Angabe von *Perlia* von 10 mm ist der obere Oculomotoriuskern von *Darkschewitsch* [s. unten] mitgerechnet, der nicht hierher gehört) langen Kernen, welche im Bereiche des proximalen Vierhügels in der hier vorkommenden starken Aushöhlung der dorsalen Längsbündel ihre Lage haben, spinalwärts an den Trochleariskern angrenzen und wie als Fortsetzungen desselben erscheinen. Ausser diesen mittelgrosse multipolare Zellen enthaltenden Kernen finden sich auch noch weiter dorsalwärts in der an den *Aquæductus Sylvii* angrenzenden grauen Substanz zahlreiche, zerstreut liegende kleinere Zellen, deren Beziehungen zum Oculomotorius nicht so sicher gestellt ist, wie einige Autoren annehmen.

An den eigentlichen Oculomotoriuskernen haben verschiedene Autoren eine grössere oder geringere Zahl von Unterabtheilungen angenommen wie vor allem *Westphal*, *Perlia*, *Edinger*, *Bruce* (siehe die Anmerkung). Ich selbst finde beim Menschen, dass von einer scharfen Abgrenzung von besonderen Kernen kaum die Rede sein kann, und möchte ich vor allem auf eine Thatsache aufmerksam machen, die noch kaum Beachtung gefunden hat, nämlich die, dass an vielen Orten grössere und kleinere Zellenhaufen zwischen den Faserbündeln des *Fasc. long. dorsalis* und selbst an der ventralen Seite derselben sich befinden, sowie dass fast überall zerstreute Zellen zwischen den einzelnen Zellenhaufen und zwar auch in der Medianebene vorkommen.

Die Wurzelfasern des *Oculomotorius* zerfallen in ungekreuzte und in gekreuzte, von denen die ersteren die medialen Faserbündel betreffen und in den cerebralen Theilen der Kerne allein vorkommen. Dieselben dringen als zahlreiche Bündel von verschiedener Stärke mit lateraler Konvexität und selbst **S**-förmig gebogen durch den rothen Kern und lateral- und medianwärts von demselben nach der Ventralseite, um an der bekannten Stelle an der medialen Seite der Hirnstiele auszutreten (Fig. 460).

Das genauere Verhalten der Oculomotoriuskerne und Fasern habe ich vor allem bei einem achtmonatlichen menschlichen Embryo, ausserdem aber auch beim Erwachsenen untersucht. Bei dem ersteren erstreckte sich der Oculomotoriuskern über 61 Schnitte, die in der Serie die Nr. 237—267 führen, indem auf jedem Objektträger 2 Schnitte sich befinden.

In den Schnitten 233 treten bereits Wurzeln des III. Nerven aus den *Pedunculi*, obgleich im Innern noch der Kern des IV. Nerven sich findet. In Nr. 236 reichen diese Wurzeln bereits bis nahe an den rothen Kern und zeigt

sich ventralwärts vom *Fasciculus longitudinalis dorsalis* eine schöne Kreuzung der an denselben angrenzenden Bogenfasern. Zugleich ziehen sich die beiden *Fasciculi dorsales* ventralwärts immer mehr spitz aus.

Der Kern des *Oculomotorius* wird deutlich in Nr. 237 etwas medianwärts von der Stelle, wo der Trochleariskern lag, der in Nr. 236 noch vorhanden ist, lateralwärts neben dem Eingange der vom *Fasciculus longitudinalis* begrenzten Spalte oder Lücke, der hier ventralwärts nicht unterbrochen ist, und zeigt mittelgrosse Zellen, eher etwas kleiner als die des IV. Kernes. Doch ist zu bemerken, dass bei beiden Kernen auch zerstreut Zellen von verschiedenen Grössen zwischen den einzelnen Bündeln des *F. l. d.*, im Winkel zwischen den beiden Hälften desselben und selbst ventralwärts von ihnen vorkommen, von

Fig. 504.

denen es z. Th. sicher, z. Th. sehr wahrscheinlich ist, dass sie ebenfalls dem *Oculomotorius* angehören. In Nr. 239 erreichen die Oculomotoriuswurzeln das dorsale Längsbündel und den III. Kern und ziehen stark **S**-förmig gekrümmt durch den rothen Kern und an der lateralen Seite desselben vorbei. Schon in diesen Schnitten zeigen die Oculomotoriusfasern einen bogenförmigen Verlauf von

Fig. 504. Querschnitt eines 8 Monate alten menschl. Embryo aus der Gegend der distalsten Oculomotoriuswurzeln mit entschieden gekreuztem Ursprunge derselben (Schnitt Nr. 244). Geringere Vergr. Behandlung nach *Pal*. Die Nervenzellen bilden je Einen Hauptkern ohne deutliche Abtheilungen und ziehen sich an vielen Orten zwischen die Elemente des dorsalen Längsbündels *dl* hinein und kommen selbst noch jenseits derselben vor; *m* *Meynert*'sche Haubenkreuzung.

der lateralen Seite des Kernes gegen die sagittale Medianebene und in Nr. 240 ist nun deutlich, dass diese Fasern sich kreuzen und zugleich weit zwischen die Längsbündel ventralwärts hineinziehen. Diese Kreuzung wird nun bei 241 besonders schön und ragen die betreffenden Fasern bis nahe zu den ventralsten Fascikeln des Längsbündels herab, während zugleich der einfache Hauptkern grösser wird, immer weiter gegen die Ventralseite an der medialen Seite des Längsbündels sich herabzieht und einen Nebenkern im Längsbündel selbst besitzt, der jedoch dasselbe ventralwärts nicht überragt. So bleiben die Verhältnisse in den Schnitten 241—245 (Fig. 504), nur werden die sich kreuzenden Fasern immer zahlreicher und betreffen zugleich auch Wurzelbündel, die medianwärts vom rothen Kerne durchtreten und die nahezu medialsten Bündel des *F. l. d.* durchsetzen. Der Kern wird auch zusehends grösser und liesse sich wohl willkürlich in mehrere Abschnitte sondern.

Was nun das genauere Verhalten und den Ursprung der Oculomotoriuswurzelfasern in dieser Gegend anlangt, so stellt sich dasselbe etwas anders dar, als *Perlia* (s. unten) es schildert und verweise ich vor allem auf meine Fig. 504 und eine Vergleichung derselben mit der Fig. 1 *a*, *b* und *c* von *Perlia*, die sich alle auf den Neugeborenen zu beziehen scheinen. Während *Perlia* die medialsten Wurzelfasern in der Medianebene sich kreuzen und dann zum dorsalen Kerne weiter ziehen lässt, lehren meine Präparate umgekehrt, dass es gerade die am meisten lateralwärts liegenden Wurzelbündel sind, die eine Decussation erleiden. Diese Bündel dringen durch die am meisten seitwärts und dorsal gelegenen Bündel des *Fasciculus longitudinalis dorsalis* durch, biegen sich dann, die Zellenmassen ihrer Seite durchziehend, median- und ventralwärts um und gelangen

Fig. 505.

Fig. 505. Querschnitt Nr. 252 der Oculomotoriuskerne von einem menschlichen Embryo von 8 Monaten aus der proximalen Gegend. Die Hauptkerne sind im Grunde der Spalte zwischen den beiden Längsbündeln verschmolzen. Dorsalwärts zweigen sich erstens ein lateraler rundlicher Kern und ein medialer länglicher Kern undeutlich vom Hauptkerne ab. Behandlung nach *Pal.* Geringe Vergrösserung. *oo* Wurzelbündel der III. Nerven; *dl* dorsaler Längsbündel; *m* *Meynert*'sche Haubenkreuzung; *al* Zellen im dorsalen Längsbündel.

so zu dem Kerne der anderen Seite, um in demselben zu enden. Hierbei beschreiben die sich kreuzenden Wurzelfasern häufig mehr weniger starke **S**-förmige Biegungen in der Art, dass dieselben in der Nähe der Medianebene erst gegen die Ventralseite, d. h. den Grund der Spalte zwischen den beiden Längsbündeln verlaufen, und dann erst auf die andere Seite umbiegen, um hier wieder dorsalwärts gegen die Hauptmasse des Kernes zu ziehen. An mehreren Präparaten entstanden so in dem engeren Theile der Längsbündelspalte viele aufeinander folgende schlingenförmige Umbiegungen die bis in den Grund der Spalte reichten.

In der Gegend der Kreuzungen liegt die Hauptmasse eines jeden Oculomotoriuskernes oder der Hauptkern medianwärts vom *F. l. d.* und reicht tief in den Winkel hinein, den die beiden Hälften desselben bilden. Ausserdem finden sich mitten im Längsbündel darin mindestens drei grössere Herde grosser Zellen, der lateralste in den seitlichen Theilen des Längsbündels.

Fig. 506.

In Nr. 246 wird die Kreuzung spärlicher und gelangen Bündel zu recht, die schon in 244 in der Medianebene zwischen beiden *F. l. d.* in dorso-ventraler Richtung verliefen. Es ergiebt sich nun, dass diese Fasern den medialsten Wurzeln angehören und sich nicht kreuzen, sondern auf derselben Seite dorsal- und lateralwärts zu den Kernen der nämlichen Seite verlaufen. Diese Kerne sind nun hier sehr gross, dorsalwärts auch in der Medianebene verbunden und so beschaffen, dass von Unterabtheilungen kaum die Rede sein kann. In 248 laufen die Fasern der medialsten Wurzelbündel oft sonderbar bogenförmig und die ventralste Kernmasse steht nahe am Grunde der Längsbündelspalte. In Nr. 250 zeigt sich die zellige Brücke, welche die zwei Hauptkerne verbindet, wie aus zwei Kernen bestehend und finden sich immer noch Kreuz-

Fig. 506. Querschnitt 256, 9 Schnitte weiter proximalwärts als Fig. 505 von demselben Embryo. Geringe Vergrösserung. Die Hauptkerne gut entwickelt, ebenso der dorsale Abschnitt derselben. Mediale dorsale Kerne undeutlich, ein centraler Kern schwach angedeutet.

ungen, doch werden dieselben je länger um so spärlicher. In Nr. 251 zweigt sich vom Hauptkerne ein rundlicher dorsaler lateraler Kern ab mit ungekreuzten Fasern, neben welchen immer noch Andeutungen von Kreuzungen sich finden. Ebenso in Nr. 252, nur reicht der grosse Hauptkern bis nahezu in den Grund der Längsbündelspalte und ist da auch in der Mitte verbunden (Fig. 505). Am Eingange der Spalte ist vom Hauptkerne eine länglichrunde Zellenmasse durch bogenförmig zum dorsalen Kerne verlaufende Wurzelbündel medianwärts abgetrennt und diese zwei Massen, die man als mediale dorsale Kerne bezeichnen könnte, hängen auch in der Mitte durch Zellen zusammen, die allerdings nicht zahlreich sind. Kreuzungen sind nur noch im tiefsten Grunde der Spalte einige wenige vorhanden. Nr. 253—256 zeigen keine Kreuzungen mehr und nur zwei deutliche Kerne, doch findet sich zwischen den beiden Hauptkernen in der Medianebene ein nicht scharf begrenzter Zellenhaufen, in dem der Centralkern von *Perlia* (s. u.) nicht zu verkennen ist (Fig. 506). Dorsalwärts von demselben sind noch Andeutungen der dorsalen medialen Kerne zu finden. Von Wurzelfasern sind schon lange nur noch mediale da, die wesentlich aus dem dorsalen Kerne kommen. Das *F. l. d.* ist stark verkleinert, besonders in den ventralen Bündeln. In 257—260—262 werden die Kerne je länger um so kleiner und verschwindet der dorsale Kern. Von Nr. 261 an entwickelt sich dann aber ein neuer dorsaler lateraler Kern etwas lateralwärts von dem früheren, der je länger um so mehr dunkelrandige Fasern zeigt, und in Nr. 265 schon recht gross ist. Auf denselben gehen Bogenfasern der Grenzgegend der inneren Ependymlage zu, die z. Th. zum *R. descendens V.* gehören. In Nr. 267 endlich sind noch die letzten Spuren des Hauptkerns des III. Nerven, aber keine Wurzelfasern mehr da, die noch in Nr. 266 sich fanden.

Von Nr. 268 an wird der neue Kern, der nichts anderes ist, als der obere Oculomotoriuskern von *Darkschewitsch* immer bedeutender und ergiebt sich nach und nach, dass der *F. l. d.* in denselben eintritt, während dorsalwärts neue Fasern aus demselben entspringen, welche später als den ventralsten Fasern der distalen Kommissur angehörig sich ergeben (s. *Obersteiner* S. 202). Gleichzeitig, jedoch in einer Gegend, in der noch die letzten Oculomotoriuszellen sich finden, tritt im *Nucleus ruber* der *Fasciculus retroflexus* mit einem, später mit zwei Bündeln auf.

Dem Gesagten zufolge bestehen die ungekreuzten Wurzelfasern des *Oculomotorius* vor allem aus den medialen, proximalen Wurzelbündeln und verlaufen zumeist an der medialen Seite des dorsalen und ventralen Hauptkernes, z. Th. dicht an diesen Kernen gelegen, z. Th. in der Medianebene zwischen denselben. Diese letzten zumeist in gerader dorso-ventraler Richtung verlaufenden Fasern machen oft den Eindruck eines besondern, nicht zum *Oculomotorius* gehörenden Faserzuges, einer Art *Raphe*, ich glaube jedoch mich überzeugt zu haben, dass die Mehrzahl derselben, wenn nicht alle, doch den Oculomotoriuswurzeln angehören. Verfolgt man nämlich dieselben ventralwärts, so ergiebt sich dass viele derselben unter starken z. Th. rechtwinkligen Umbeugungen lateralwärts den medialsten Wurzeln sich anschliessen und sah ich keine Fasern als direkte Fortsetzung dieser dorso-ventralen Elemente ventralwärts weiter in die zwischen den rothen Kernen befindliche Gegend verlaufen. Aehnliches ergiebt sich an der dorsalen Seite. Hier biegen sich die meisten der erwähnten *Fibrae*

rectae sichelförmig nach den Seiten zu den hier befindlichen Kernen um und diejenigen, welche ihre gerade Richtung beibehalten, könnten wohl von den stets in der Medianebene befindlichen Nervenzellen herkommen.

Was die Kerne des *Oculomotorius* betrifft, so ist das Hauptergebniss meiner Untersuchungen das, dass der III. Nerv jederseits wesentlich nur Einen Kern hat. Von diesem Hauptkerne zweigen sich, am cerebralen Ende desselben je ein rundlicher dorsaler Kern ab und dringen fast allerwärts Ausläufer desselben zwischen die Bündel des *Fasciculus longitudinalis dorsalis* hinein. Wenig Berechtigung hat dagegen die Annahme eines paarigen dorsalen medialen Kernes Fig. 505), dagegen findet sich ein unpaarer centraler Kern (Fig. 506). Von dem kleinzelligen Kerne von *Edinger-Westphal* war an meinen embryonalen Präparaten nichts zu sehen, doch will ich seine Anwesenheit um so weniger beanstanden, als ich denselben beim Erwachsenen ebenso finde, wie die genannten Autoren, weshalb ich vermuthe, dass derselbe bei dem vor mir untersuchten Embryo nicht entwickelt war.

Eine Untersuchung der Kerne des *Oculomotorius* beim Erwachsenen ergab mir wesentlich dieselben Resultate, wie *Perlia*, und finde ich namentlich seine Fig. 1a, b und c, dann die Fig. 2, 2,a und 2b, was die Kerne anlangt, sehr gut. Indessen kann ich auch hier nicht weiter gehen, als einen Hauptkern mit zwei Unterabtheilungen den dorsalen lateralen mit grossen Zellen und dorsalen medialen Kern mit kleineren Elementen anzunehmen, wie meine Fig. 505, sie zeigt. Dazu kommen dann aber noch ein hier ausgezeichnet schöner centraler Kern mit grossen Zellen in den proximalen Abtheilungen des Kernes und auch hier wie beim Embryo viele von *Perlia* nicht erwähnte Zellenhaufen im *Fasciculus longitudinalis* und an dessen ventraler Seite, welche beiderlei Zellenhaufen ich als echte Oculomotoriuskerne betrachte, wogegen es mir vorläufig nicht erwiesen scheint, ob der kleinzellige Kern eine solche Bedeutung besitzt, von welchem *Westphal* annimmt, dass er den Nerven der innern Augenmuskeln *(Sphincter pupillæ, M. ciliaris)* den Ursprung gebe, gestützt auf einen Fall von *Ophthalmoplegia externa,* in welchem alle grosszelligen Kernmassen zerstört, die kleinzelligen erhalten waren.

Verbindungen der Oculomotoriuskerne. Eine Beziehung dieser Kerne zu den Pyramidenbahnen ist, obschon selbstverständlich vorhanden, noch nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen. An *Golgi*'schen Präparaten von neugeborenen Thieren sieht man in den Oculomotoriuskernen um die Zellen herum eine Menge feinster Verästelungen und von diesen aus lassen sich Fasern zur *Raphe* verfolgen, die in dieser sich kreuzen und ventralwärts verlaufend möglicherweise zu den Pyramidenbahnen gelangen. Ganz sicher sind zweitens Verbindungen des *Fasciculus longitudinalis dorsalis* nicht nur mit dem Kerne des III., sondern auch mit denjenigen des IV. und VI. Nerven. Dass die Elemente des genannten Bündels zahlreiche Collateralen abgeben, wurde zuerst von mir nachgewiesen (Anat. Anzeiger Bd. 6, 1881) und dann von *Held* (Arch. v. *His* und *Braune* 1892 S. 38 und v. *Gehuchten* l. i. c.) bestätigt. Diese Collateralen enden, wie wir oben schon sahen, in den Kernen des *Hypoglossus* und, wie auch die oben genannten zwei Autoren annehmen und v. *Gehuchten* durch drei gute Abbildungen von der Ente (Fig. 3, 4 und 5) versinnlicht hat, und wie auch *Perlia* an *Weigert*'schen Präparaten am Oculo-

motoriuskern gesehen zu haben glaubt (l. c. Fig. 3), in den Kernen aller drei Augenmuskelnerven mit feinen Verästelungen, so dass dieselben theils auf die Zellen, theils auf deren Dendriten einwirken könnten. Um zu bestimmen, was diese Verbindung für eine physiologische Bedeutung habe, ist daran zu erinnern, dass das dorsale Längsbündel die unmittelbare Fortsetzung der Vorderstranggrundbündel des Rückenmarks ist und somit von Hause aus centripetal leitende Bahnen II. Ordnung enthält. In der *Medulla oblongata* schliessen sich nun wohl dem Längsbündel weitere in ihr selbst entspringende Strangfasern an, die mit den sensiblen Nerven derselben, vor allem dem *Vago-Glossopharyngeus* und *Quintus* vielleicht auch mit dem *Acusticus*, in direkter Verbindung stehen, doch ändert dies die Bedeutung desselben als eines sensiblen Leitapparates nicht. Somit würden durch die genannten Collateralen Einwirkungen sensibler Nerven des Rückenmarks und der *Medulla oblongata* auf die Augenmuskelcentren zur Vermittlung gelangen und möglicherweise auch, wenn gewisse Nervenfaserkomplexe Collateralen an alle drei oder an zwei Kerne derselben oder beider Seiten abgäben, bestimmte Synergien derselben sich erklären.

Weiter verlangt die Physiologie den anatomischen Nachweis von Verbindungen des *Opticus* mit den Kernen der Augenmuskeln, deren bestimmter Nachweis jedoch bis jetzt nicht gelungen ist. *Meinert* hat an Radiärfasern gedacht, die aus dem Kerne des proximalen Vierhügels in das centrale Höhlengrau dringen und so zu den Kernen des III. und IV. Nerven gelangen könnten. *Darkschewitsch* betont Fasern, die von seinem oberen Oculomotoriuskerne, der aber keine Fasern des III. Nerven entsendet, zum ventralen Theile der *Commissura posterior* ziehen und in der Gegend des *Corpus geniculatum laterale* den *Tractus opticus* erreichen. An den *Tractus peduncularis transversus* von *Gudden*, der im proximalen Vierhügel vom *Tractus opticus* abgeht, denkt *Perlia*, der einen Zweig desselben mit den Oculomotoriuswurzeln zum III. Kerne aufsteigen sah (l. c. pag. 30, Taf. IX Fig. 3). Nach meinen eigenen Erfahrungen an *Golgi*'schen Präparaten vermuthe ich, dass die Opticusfasern die im cerebralen Vierhügelpaare enden, auf die Zellen dieses Hügels einwirken und dass diese mit ihren nervösen Fortsätzen, die nachweislich die Bogenfasern am Rande des centralen Höhlengraues bilden helfen, theils direkt, theils durch zahlreiche in das centrale Grau eindringende Collateralen auf die betreffenden motorischen Kerne einwirken.

Zum Schlusse noch die Bemerkung, dass weder beim Oculomotorius, noch bei einem der beiden anderen Augenmuskelnerven die Gegend der Hirnrinde genauer bekannt ist, die zu denselben in Beziehung steht. Auffallend ist, dass bei gewissen Erkrankungen derselben (des *Gyrus angularis*) eine Lähmung des *Levator palpebrae* allein beobachtet wird (*Obersteiner*), was zu beweisen scheint, dass nicht alle Elemente des III. Nerven von derselben Gegend beherrscht werden.

In Betreff des Ursprunges der Oculomotoriusfasern ist erst in der neuesten Zeit durch *Gudden* für Säugethiere, durch *Perlia* und *mich* für den Menschen und durch *v. Gehuchten* für die Vögel eine theilweise Kreuzung derselben, die schon viele Aeltere und Neuere, wie *Valentin*, *Vulpian* und *Philippeaux*, *Merkel*, angenommen hatten, voll bewiesen worden, während *Duval* die Kreuzung in eigenthümlicher Weise in die Kerne des *Abducens* verlegt. Bei der grossen, auch physiologischen und praktischen Wichtigkeit dieser Angelegenheit gebe ich hier noch eine ausführliche Darstellung der auf diese Fragen bezüglichen Thatsachen.

Gudden (Tageblatt d. Vers. deutsch. Naturf. in Salzburg 1881, S. 186, und gesammelte und hinterlassene Abhandl. Herausgeg. v. Prof. *Grashey* 1889 Nr. XXIII und XXXII, Taf. XXVI, Fig. 11 und Taf. XXXVIII—XL) fand beim Kaninchen, dass jeder *Oculomotorius* zwei Kerne hat, einen ventralen und einen dorsalen, von denen der erstere in proximaler Richtung den anderen überragt und wahrscheinlich aus zwei Abtheilungen besteht. Von diesen Kernen gehört der ventrale zum gleichseitigen Nerven und der dorsale zum Nerven der entgegengesetzten Seite, so dass somit der rechte *Oculomotorius* aus dem rechten ventralen und dem linken dorsalen Kerne seine Fasern bezieht und umgekehrt. Nach *Gudden* verliert sich die grössere Hälfte der Oculomotoriuswurzeln im ventralen Kerne, im Grossen und Ganzen die dorsale Richtung beibehaltend; die kleinere verhält sich anders. Dieselbe liegt etwas mehr nach hinten (distalwärts), und geht ein Theil derselben, die dorsale Richtung beibehaltend, durch den ventralen Kern, biegt sich an dessen dorsaler Grenze in mehr weniger rechtem Winkel um, setzt quer durch die *Raphe* und verliert sich lateral im dorsalen Kerne der anderen Seite; der andere zieht, ohne den ventralen Kern zu durchsetzen, längs der *Raphe* dorsalwärts, kreuzt sich unter mehr spitzen Winkeln und verliert sich dann ebenfalls lateral in dem dorsalen Kerne der anderen Seite.

Diese durch eine Reihe Abbildungen (Taf. XXVI Fig. 6, Taf. XXXVIII, Taf. XL Fig. 1—6) versinnlichten Verhältnisse wurden dann noch durch eine Anzahl Versuche gestützt, bei welchen bei neugeborenen Kaninchen in drei Fällen *Oculomotorius*, *Trochlearis* und *Abducens* derselben Seite ausgerissen und das Thier erst nach Vollendung des Wachsthums getödtet wurde. In allen diesen Fällen fand sich beim III. Nerven der ventrale Kern der linken Seite und der dorsale der rechten zerstört.

In Betreff des Trochlearis bestätigen die *Gudden*'schen Experimente die vollständige Kreuzung (Taf. XXXIX Fig. 1), und was den Abducens betrifft, so kommt dieser Forscher zu dem Ergebnisse, dass dieselben sich gar nicht kreuzen, und dass der rechte Abducenskern immer unverändert und der linke verschwunden war (Taf. XL Fig. 11). Zu gleicher Zeit bewies *Gudden* auch, dass der Abducenskern mit dem Facialis nichts zu thun hat, denn beim Ausreissen eines *Abducens* und Zerstörung des einen Abducenskernes waren beide *Faciales* unverändert (Taf. XL Fig. 11) und beim Ausreissen eines *Facialis* zeigten sich die Abducenskerne ohne Schädigung (Taf. XL Fig. 10).

Die Beobachtungen von *Perlia* (*Graefe*'s Arch. 35. Bd. 1889, Abth. IV. S. 287) sind dadurch von grosser Wichtigkeit, dass dieselben sich auf den Menschen beziehen, von welchem wie es scheint, vorwiegend Neugeborne und Embryonen von 7—8 Monaten untersucht wurden. Von Oculomotoriuskernen beschreibt *Perlia* 7 paarige; 1. die *Nuclei ventrales posterior* und *anterior*, 2. die *Nuclei dorsales anterior* und *posterior*, 3. die *Nuclei mediani anteriores*, 4. die *Nuclei laterales anteriores* (oberer Oculomotoriuskern von *Darkschewitsch*) und die kleinzelligen *Edinger-Westphal*'schen Kerne, ferner zwischen den *Nuclei ventrales anteriores* den unpaaren *Nucleus centralis*. (Siehe die Abbildung Seite 298, die bei *Edinger*, *Obersteiner*, *Leube* [Diagnostik] wiedergegeben ist). Kreuzungen der Wurzelfasern des *Oculomotorius* sah *Perlia* nur an den distalen Fasern (l. c. Fig. 1 a, b, c), vom distalsten Ende der Kerne bis zum ersten Auftreten des *Edinger-Westphal*'schen Kernes, mit anderen Worten, im Bereiche des hinteren dorsalen und ventralen Kernes. Die Kreuzungen selbst beschreibt und bildet *Perlia* so ab, als ob vorzugsweise vom dorsalen Kerne stammende Fasern ventralwärts und nach der Medianebene verliefen, in dieser sich kreuzten, dann als medialste Wurzelfasern das hintere Längsbündel durchsetzten und hierauf zum Austritte sich anschickten. Uebrigens gehen nach *Perlia* nicht alle sich kreuzenden Fasern in austretende Oculomotoriuswurzeln über, vielmehr steigt ein Theil derselben in der *Raphe* nach hinten (d. h. ventralwärts) und biegt in das hintere Längsbündel um, wie aufs Bestimmteste an schrägen Frontalschnitten durch das *Corpus quadrigeminum* eines Neugebornen gesehen wurde.

Der obere Seitenkern (der Kern von *Darkschewitsch*) taucht mitten im hinteren Längsbündel auf in der Gegend des proximalsten Endes des kleinzelligen *Edinger-Westphal*'schen Kernes und des hinteren Endes des *Nucleus medianus anterior* (l. c. Fig. 3). Bald bleiben nur noch der letztgenannte Kern und der obere Seitenkern, beide in guter Ausbildung, übrig (l. c. Fig. 4), bis endlich auch der mediane Kern verloren geht.

Darkschewitsch (l. c. Fig. 2, 3, 4) und *Perlia* (Schema S. 297), lassen auch aus dem oberen Seitenkerne Oculomotoriusfasern entspringen, während *Perlia* solche beim kleinzelligen Kerne und bei seinem *N. centralis* nicht zeichnet.

Eine einfachere Darstellung der Oculomotoriuskerne giebt *Edinger* in seinen vortrefflichen Vorlesungen über die nervösen Centralorgane (3. Aufl., S. 98, Fig. 76). Derselbe unterscheidet einen Hauptkern, *N. posterior*, mit einer kürzeren dorsalen und medialen unpaaren Abtheilung, und den *Nucleus anterior*, den oberen Kern von *Darkschewitsch*. Gekreuzte Fasern kommen vom dorsalen Kerne, ungekreuzte von den andern, und wird der Verlauf der gekreuzten Fasern genau ebenso abgebildet (Fig. 78) und beschrieben, wie bei *Perlia*.

v. Gehuchten (Bull. d. l'Acad. r. d. sc. de Belgique 1892, Nr. 11, p. 484—502, 5 Holzschnitte), hat die Kreuzung des *Oculomotorius* bei einem 14 Tage alten Embryo der Ente an *Golgi*'schen Präparaten nachgewiesen und gefunden, dass die gekreuzten Fasern sowohl von der dorsalen, als von der ventralen Abtheilung des Kernes herkommen und vorzugsweise in den medialen Theil des Nervenstammes übertreten. Endlich hat noch *Bruce* eine Darstellung der Kerne des III. Nerven gegeben (Proceed. of the R. Soc. of Edinburgh. Vol. XVII 1889/90, pg. 168—176. 2 Tafeln), auf die ich hiermit verweise. Kreuzungen der Wurzelfasern vermochte er jedoch nicht zu finden (S. 173), obschon er dieselben für wahrscheinlich hält und glaubt, dass die zahlreichen, von ihm sogenannten Kommissurenfasern der „*anterior nuclei*“ für solche sprechen.

Ich wende mich nun schliesslich zu den Beobachtungen von *Duval* (Journal de l'Anatomie et de la physiologie, Vol. 16). Veranlasst durch einen Fall beim Menschen, bei welchem sich eine Lähmung des *Rectus externus* einer Seite, und des *Rectus internus* der anderen Seite beim binokulären Sehen in die Ferne, und ein Tuberkel in der Gegend des Abducenskernes ergab, wogegen beim Sehen in die Nähe und bei monokulärem Sehen der *Rectus internus* gesetzmässig wirkte, untersuchte derselbe die Ursprünge der Augenmuskelnerven und fand hierbei Folgendes:

Der Oculomotorius zeigt sowohl beim Affen als beim Menschen einen theilweise gekreuzten Ursprung, indem die innersten, schmächtigen Wurzelbündel desselben aus dem Abducenskerne der entgegengesetzten Seite entspringen. Von hier aus mischen sich dieselben dem hinteren Längsbündel bei, verlaufen mit diesem bis in die Höhe des Oculomotoriuskernes und kreuzen sich dann hier. Nach der Abbildung von *Duval* (l. c.) ist das sich kreuzende Bündel sehr fein und könnte, vorausgesetzt, dass dasselbe, wie *Duval* vermuthet, zum *Rectus internus* sich begiebt, um dessen Synergie mit dem *Rectus externus* der andern Seite zu veranlassen, nur einen geringen Bruchtheil des Nerven dieses Muskels darstellen.

In ähnlicher Weise beschreibt *Duval* auch ein dem *Trochlearis* aus dem Kerne des *Abducens* durch das dorsale Längsbündel zukommendes gekreuztes Bündel, welches somit, da der ganze *Trochlearis* sich in der *Valvula cerebelli* kreuzt, einen zweiten gekreuzten Theil dieses Nerven darstellen würde, genauer bezeichnet, einen Abducenstheil desselben.

Ich erwähne nun noch den von *Darkschewitsch* entdeckten und von ihm als „oberen Oculomotoriuskern“ benannten Nervenzellenherd, welchen später *Perlia* als lateralen vorderen Oculomotoriuskern bezeichnete. *D.* hat ganz recht, wenn er diesen Kern mit der hinteren Kommissur in Verbindung bringt, dagegen irrt er, wenn er denselben dem *Oculomotorius* zurechnet und als oberen Kern dieses Nerven bezeichnet. *Perlia*, dem, seinen Abbildungen nach zu urtheilen, vollkommene Schnitte zu Gebote standen, zeichnet auch in seinen Abbildungen nichts von Oculomotoriuswurzeln, die aus dem betreffenden Kerne stammen, sondern giebt solche nur in seinem Schema an.

Dieses Versehen von *D.* ist leicht begreiflich, denn es tritt der betreffende Kern so nahe an das Ende des Oculomotoriuskernes, dass es einer sehr sorgfältigen Prüfung bedarf, um beide auseinander zu halten. Bei dem 8 Monate alten Embryo, von dem oben eine genaue Beschreibung gegeben wurde, war dies jedoch nicht schwer durchzuführen und ich möchte daher glauben, dass die Präparate von *D.* nicht vollständig durchgefärbt, oder, weil einem 7 monatlichen Fötus angehörend, nicht so klar waren, wie die meinen, in welcher Annahme mich auch das bestärkt, dass er von Kreuzungen

der Oculomotoriusfasern gar nichts meldet und in seiner Fig. 1 nur eine schwache Andeutung von solchen darstellt. In Betreff der Zellen des sogenannten oberen Oculomotoriuskernes giebt *D.* richtig an, dass dieselben kleiner seien, als die der Hauptkerne des III. Nerven, und was das hintere Längsbündel anlangt, so lässt *D.* dasselbe theils im Hauptkerne, theils im oberen Oculomotoriuskerne sich verlieren. Dagegen soll aus Letzterem (l. s. c. Fig. 5) eine neue Fasermasse ventralwärts entspringen, deren Schicksale noch nicht endgültig verfolgt wurden. *D.* konnte nur soviel sehen, dass diese Fasern ventralwärts laufen, um den Körper von *Luys* sich herumbiegen und der Linsenkernschlinge sich anschliessen, indem sie zum Theil mit denen der andern Seite sich kreuzen.

Meine eigenen Erfahrungen über diesen Kern von *D.* an dem erwähnten 8 monatlichen menschlichen Embryo lehren Folgendes:

1. In diesem Kerne entspringt ein bedeutender Theil der Fasern der distalen Kommissur und zwar alle Elemente des tiefen Abschnittes derselben, und nenne ich denselben aus diesem Grunde den tiefen Kern der *Commissura distalis.* Diese Fasern sind von relativ starkem Kaliber, wie die Oculomotoriusfasern, und treten massenhaft aus dem dorsalen und medialen Theile des betreffenden Kernes hervor, wobei dieselben in Frontalschnitten wie in Blätter angeordnet sind.

Fig. 507.

2. Oculomotoriuswurzelfasern treten aus diesem Kerne nicht hervor; doch sind solche noch in Gegenden vorhanden, in denen derselbe auch sich findet, jedoch nur, soweit als noch der Oculomotoriushauptkern vorhanden ist. Der tiefe Kern der *Commissura distalis* erreicht dagegen erst weiter gegen den 3. Ventrikel zu seine grösste Entwicklung, in einer Gegend, in der schon lange keine Oculomotoriuswurzeln sich finden.

3. Das dorsale Längsbündel verliert sich beim 8 Monate alten Fötus im Kerne der distalen Kommissur, und zwar oberhalb der Stelle, wo der letzte Oculomotoriuskern sich findet. Ob dieses scheinbare Ende ein wirkliches ist oder nur die Stelle bedeutet, bis zu welcher in diesem Alter die Fasern des Längsbündels markhaltig sind, ist weiter zu untersuchen. Dieselbe Erwägung hat auch bei Würdigung der Thatsache Platz zu greifen, dass beim Fötus das genannte Längsbündel vom Trochleariskerne an bis zum proximalen Ende des Oculomotoriuskernes im Umfange seiner Bündel nach und nach abnimmt, obschon sicher nachgewiesen ist, dass von diesem Bündel Collateralen und Endigungen seiner Fasern in die Kerne des *Oculomotorius* und *Trochlearis* eingehen.

Fig. 507. Querschnitt durch den proximalen Vierhügel und den Hirnstiel eines menschlichen Embryo von 8 Monaten. Nach *Pal* gefärbt, 4 mal vergr. *vV* Proximaler Vierhügel; *a Aquaeductus*; *K* Kern der *Commissura distalis*; *r* rother Kern der Haube; *Fr Fasciculus retroflexus*: *b* grauer tiefer Vierhügelkern?; *c* tiefe Bogenfasern der Vierhügel; *d* oberflächliche Schleifenfasern; *d'* tiefe Schleifenfasern; *e* Linsenkernschlinge?

4. In der Gegend des proximalsten Theiles des Kernes der *Commissura distalis* treten an der ventralen und lateralen Seite desselben neue Fasern auf, die der Linsenkernschlinge anzugehören scheinen und an der medialen Seite des *Fasc. retroflexus* liegen Elemente, die auch *Darkschewitsch* erwähnt und abbildet (S. 113 Fig. 5,5).

In physiologischer Beziehung sei hier noch Folgendes bemerkt:

Nach den Erfahrungen, die *Hensen* und *Völkers* bei Hunden gewonnen haben, hat jeder Theil des Oculomotoriuskernes zu bestimmten Muskeln Beziehungen und folgen vom Gehirn aus spinalwärts die verschiedenen Gebiete folgendermassen aufeinander: 1. Accommodationsnerven, 2. *Sphincter iridis*, 3. *Rectus internus*, 4. *Rectus superior*, 5. *Levator palpebrae*, 6. *Rectus inferior*, 7. *Obliquus inferior*. Nach *Kahler* und *Pick* verlaufen auch beim Menschen die Pupillenfasern in den cranialen Wurzelbündeln, in den caudalen die Fasern für die äussern Augenmuskeln, und zwar so, dass die medialen unter denselben den *Recti internus* und *inferior* angehören, die lateralen den *Rectus superior, Levator palpebrae* und *Obliquus inferior* versorgen. *Starr* unterscheidet an dem Oculomotoriuskerne eine mediale und eine laterale Abtheilung. Aus der erstern entspringen von vorn nach hinten die Fasern des *Musculus ciliaris,* der *Rectus inferior* und *Rectus internus*, aus der letzteren diejenigen des *Sphincter iridis*, *Levator palpebrae*, *Rectus superior* und *Obliquus inferior*. Diesen Erfahrungen zufolge bestehen in dem Oculomotoriuskerne verschiedene Unterabtheilungen, deren genaue Bestimmung jedoch bis anher nicht möglich war. In einem Falle von einem kleinen apoplektischen Herde im dorsalen lateralen Theile des Oculomotoriuskernes der rechten Seite fand *Leube* den rechten *Levator palpebrae* gelähmt und Erweiterung der rechten Pupille. (Deutsch. Arch. f. klin. Medizin, Bd. XL, S. 221.)

§ 146.

Entwicklung der Kopfnerven. Indem wir die Entwicklungsgeschichte der Kopfnerven der niederen Wirbelthiere der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte überlassen, wollen wir hier nur das besprechen, was bei den Säugethieren und beim Menschen über dieses Thema bekannt ist und wird hierbei für einmal die Entwicklung des Hinterhirns oder Rautenhirns *(His)* nur soviel als nöthig herangezogen werden, um erst nach Schilderung des ganzen Gehirns in ähnlicher Weise, wie beim Rückenmarke zur Darstellung zu kommen.

Ueber die Entwicklung der Kopfnerven des Kaninchens gab ich im Jahre 1879 die ersten Mittheilungen (Entwicklungsgesch. 2. Aufl.) zu denen im letzten Decennium wichtige Entdeckungen von *Froriep* (Arch. f. Anatomie 1882 S. 279 und 1885 S. 1) dazu kamen, sowie ausführliche Darstellungen von *His* über den Menschen (Abh. d. sächs. Gesellschaft der Wiss. 1888 Bd. XIV. No. VII. und 1890 Bd. XVII. No. I.) und von *F. Martin* über die Katze (Oesterr. Monatsschrift für Thierheilkunde 15. Jahrg. 1890 Nr. 9 und Anat. Anzeiger 1890 Nr. 18 und 1891 Nr. 8). Endlich ist noch eine monographische Arbeit von *W. His junior* über den *Acustico-facialis* zu erwähnen (Arch. f. Anat. 1889 Suppl).

Als Allgemeines Ergebniss dieser Untersuchungen stellt sich Folgendes heraus.

Alle motorischen Kopfnerven oder Theile von solchen entwickeln sich wie die motorischen Wurzeln der Spinalnerven von Zellen besonderer Kerne, welche hier annähernd in zwei Reihen, einer ventralen und einer mehr lateralen, gelegen sind, die mit den ventralen und lateralen Zellenhaufen sich vergleichen lassen, aus denen beim Marke die verschiedenen Bestandtheile

je Einer motorischen Wurzel entspringen. Zu der ventralen Reihe gehören der XII. VI. IV. und III. Nerv, zu der lateralen der *Accessorius*, *Vagoglossopharyngeus (Nucleus ambiguus)*, *Facialis*, die *Portio motoria Trigemini sensu strictiori* und die *Radix motoria descendens* desselben Nerven.

Die sensiblen Kopfnerven oder Elemente von solchen mit Ausnahme des *Olfactorius* und *Opticus* entwickeln sich aus der Ganglienleiste des Kopfes, die ursprünglich neben der dorsalen Mittellinie ihre Lage hat, wie beim Marke, und rücken erst im Laufe der weiteren Entwicklung, im Zusammenhange mit der mächtigen Entwicklung der Deckplatte von *His*, allmählich nach der ventralen Seite herunter (Fig. 508, 509). Die Nervenfasern dieser Nerven entspringen ausser-

Fig. 508.

Fig. 509.

halb des Gehirns aus den Ganglienzellen derselben als bipolare Elemente, die dann aber später mit wenigen Ausnahmen (Ganglien des *Acusticus, Corti*) unipolar werden (S. 136, Fig. 407). Gewisse dieser Nerven theilen sich auch beim Eintritte in das verlängerte Mark, wie die Rückenmarksnerven, in cerebral- und spinalwärts verlaufende Schenkel, wie der *Acusticus*, und alle dringen langsam von der Oberfläche in die Tiefe.

Zu diesen Nerven zählen die von *Froriep* bei Säugern entdeckten und auch von *Martin* aufgefundenen vergänglichen Ganglien des Hypoglossus,

Fig. 508. Querschnitt durch den vordersten Theil des Hinterhirns und des Kopfes von einem 9 Tage alten Kaninchenembryo. Vergr. 84mal. *h* Hinterhirn; *g* Anlage des *Ganglion Gasseri*. Ausserdem sind dargestellt: Pharynx, Chorda, vordere und hintere Theile eines Aortenbogens jederseits und eine Vene (?) neben dem Gehirn.

Fig. 509. Querschnitt durch den vordersten Theil des Hinterhirns und den Kopf eines Kaninchenembryo von 10 Tagen. Vergr. 66mal. Der vordere Theil des Schnittes ist verletzt und konnten namentlich der Pharynx und die Chorda nicht dargestellt werden. *h* Höhle des Hinterhirns; *g Ganglion Gasseri*; *rt* Wurzel des *Trigeminus*.

die queren Vago-Glossopharyngeuswurzeln und die absteigende Wurzel dieses Nerven, mit den *Ganglia jugularia* und dem *Ganglion petrosum*, der *Nervus Wrisbergii* oder *intermedius* mit dem *Ganglien geniculi*, der *Acusticus* mit den *Ganglia cochleae et vestibuli*, die *Portio major Trigemini* mit dem *Ganglion Gasseri* und nach *Martin* die sensiblen vergänglichen Ganglien des *Trochlearis* und *Oculomotorius*.

Eine weitere sehr bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit gewisser dieser Nerven, nämlich des VII. IX. und X. Nerven, ist die, dass ihre Ganglien vorübergehende Verbindungen mit der Epidermis eingehen, welche als Anlagen von Sinnesorganen anzusehen sind, die nicht zur Entwicklung gelangen (*Froriep*).

Mit Bezug auf die erste Entwicklung der Kopfnerven geht namentlich aus den Untersuchungen von *His* hervor, dass im Rautenhirne *His* oder Hinterhirne wesentlich dieselben Vorgänge Platz greifen, welche wir schon beim Rückenmarke geschildert haben. Auch hier zerfällt die primitive Anlage des Medullarrohres nach und nach in Bildungszellen der Nervenfasern und in Ependymzellen oder in Neuroblasten und Spongioblasten. Die ersteren entwickeln aus sich einmal alle motorischen Wurzelfasern und zweitens alle sonstige graue Substanz im Innern und alle dem Centralorgane eigenen Nervenfasern, während die Ependymzellen ungemein früh zu langen Ependymfasern auswachsen, die in der *Raphe* am deutlichsten ausgeprägt sind *(Retzius)*. Wie beim Marke wachsen in diese primitiven Bestandtheile des Gehirnrohres von aussen die sensiblen Elemente herein und zeichnen sich dadurch aus, dass dieselben alle, ebenso wie die Dorsalstränge des Markes, anfangs eine ganz oberflächliche Lage besitzen und dieselbe zum Theil auch später beibehalten, wie die absteigenden Wurzeln des *Vago-Glossopharyngeus, Nervus Wrisbergii, N. vestibali* und *Trigeminus*. Mit Rücksicht auf die speziellen Verhältnisse, die allmähliche Ausbildung der motorischen Kerne, der Wurzelfasern, der sensiblen Endkerne und der andern Elemente des Rautenhirns verweise ich auf die ausgezeichneten und ausführlichen Untersuchungen von *His*.

Ich führe nun hier noch in erster Linie die mit Bezug auf das erste Auftreten der Kopfnerven vollständigsten Untersuchungen von *Martin* über Embryonen der Katze an. Derselbe fand folgendes:

I. *Hypoglossus*. Von diesem Nerven ist das Bemerkenswertheste, dass er, wie zuerst *Froriep* gezeigt hat, bei Säugern auch dorsale Wurzeln mit Ganglien besitzt. Bei Embryonen von 5,5 mm Kopfsteisslänge fanden sich den zwei ventralen Wurzeln entsprechend zwei dorsale mit Ganglien, von denen das erste grösser war. Ausserdem schienen noch zwei weitere Wurzeln vorhanden zu sein. Embryonen von 6,5 mm Länge besassen mindestens vier, wahrscheinlich aber fünf Doppel-Wurzeln, von denen die dorsalen alle rudimentäre Ganglien haben, die von vorn nach hinten an Grösse abnehmen. Diese Ganglien sind alle kleiner als die der ersten Spinalnerven und diejenigen des *Vagus* und *Glossopharyngeus*, dagegen sind die sensiblen Wurzeln sogar kräftiger als die ventralen. Verbindungen beider Wurzeln wurden nicht gesehen.

Ein Embryo von 0,8 cm besass nur noch eine dorsale Wurzel mit Ganglion, die beide schon sehr rückgebildet waren (Fig. XI). Bei Embryonen von 1 cm ist die dorsale Wurzel sammt Ganglion verschwunden.

II. *Accessorius, Vagus, Glossopharyngeus*. Bei einem Katzenembryo von 4 mm findet sich ein spindelförmiges Glossopharyngeusganglion, 80 μ dahinter ein Vagusganglion, beide ohne Spur von Nervenfasern. Dahinter noch zwei gutausgebildete Ganglien zweifelhafter Bedeutung; noch keine ventralen Wurzeln.

Bei 5,5 mm beginnt der IX. Nerv ein zweites, ebenfalls spindelförmiges Ganglion in der Fortsetzung des ersten zu bilden, von welchem *Martin* vermuthet, dass es die Anlage der späteren zerstreuten peripheren Ganglien des Nerven bilde, was, wenn es sich als richtig ergäbe, eine gute Ergänzung des auf S. 228 von diesen Ganglien von mir Aufgestellten wäre.

Ebenso verhält sich auch der *Vagus* und besitzt derselbe ein *Ganglion supremum* und ein *secundum,* beide von Spindelform. Spinalwärts von dieser Wurzel liegt noch eine zweite kleinere mit kleinem Ganglion und Andeutung einer ventralen Wurzel Ausserdem ist noch ein drittes Ganglion da, ob ein viertes ist zweifelhaft.

Bei 6,5 mm Länge ist beim IX. Nerven das zweite Ganglion bis an den Kiemenbogen gerückt. Am *Vagus* finden sich nun vier dorsale Wurzeln mit Ganglien, denen an dem zweiten bis vierten auch ventrale Wurzeln entsprechen, während die erste kaum solche zeigte. Embryonen von 0,8 cm zeigen den IX. Nerven unverändert. Am X. ist nur noch das erste Doppelganglion da. Die motorischen Wurzeln treten für sich aus.

Bei 1 cm Länge ist am IX. Nerven ein Endkern wahrzunehmen und die absteigende Wurzel (der *Fasciculus solitarius*), die in der Höhe des 1. Cervikalnerven endigt. Ein deutliches seitlich abgeplattetes Bündel lässt sich von der Austrittsstelle der 9. Wurzel cerebralwärts bis zur Eintrittsstelle der sensiblen Trigeminuswurzel verfolgen, mit der es verschmilzt. (Was dieses Bündel bedeuten soll, ist mir gänzlich unklar.)

Der *Vagus* zeigt ein kleineres *Ganglion supremum* und ein grosses *Ganglion secundum.*

III. *Acusticus, Facialis, Abducens.* Bei 3,25 mm Nackensteisslänge ist nur Ein *Acusticus ganglion* vorhanden zwischen Gehörgrube und Medullarrohr (Fig. 510 von einem Hühnerembryo).

Der *Facialis* zeigt vorläufig nur Ein Ganglion (das spätere *Ganglion geniculi*), steht ziemlich tief seitlich am Medullarrohre der proximalen Wand des Ohrgrübchens angelagert, ohne Spur von Fasern.

Fig. 510.

Bei 4 mm ist das Acusticusganglion, obschon die Ohrgrube geschlossen ist, nicht vorgeschritten, das Facialisganglion mehr entwickelt mit beginnender Faserbildung. Noch keine ventralen Wurzeln.

Bei 5,5 mm liegt das Acusticusganglion ventral vom Hirnbläschen noch ohne Fasern. Ganglion des VII. Nerven doppelt so gross als das Ganglion *Gasseri.* Embryonen von 6,5 mm zeigen das Facialisganglion spindelförmig und jetzt nur halb so gross, wie der *Gasser*'sche Knoten. Medial davon und dicht darüber hinweg findet sich dicht am eben hervorsprossenden Schneckenkanale das noch undeutlich in ein *Ganglion cochleare* und *vestibulare* getrennte *Ganglion Acustici.*

Bei 0,8 cm Länge zeigt der *Facialis* seinen Kern und den Anfang der ventralen Wurzel. Am *Acusticus* ist nur der *Nervus cochleae* nachweisbar. Der ventrale Endkern beginnt sich zu bilden.

Fig. 510. Querschnitt durch das Hinterhirn und die angrenzenden Theile eines Hühnerembryo von 44 Stunden in der Gegend der Gehörblase. Vergr. 222 mal. *o* Offene Gehörblase; *h* Ectoderma über dem Hinterhirn; *hh* Hinterhirn; *a* Anlage des *Ganglion acustici*; *m* Mesoderm.

1 cm lange Embryonen zeigen am *Facialis* den Kern gut gesondert und dorsalwärts davon die erste Anlage des Abducenskernes (Fig. XII). Die ersten Spuren des *Abducens* sind bei 4 mm sichtbar in halber Höhe des Medullarrohres. Allmählich sinkt derselbe in die ventrale Lage herab, die er bei 1 cm langen Embryonen besitzt. Der *Acusticus* hat einen schärfer gesonderten ventralen Kern und einen in Bildung begriffenen dorsalen Kern. Der *Nervus vestibuli* kreuzt den *Nervus cochleae* und liegt das kleine *Ganglion vestibulare* quer über dem *Ganglion cochleare* an der medialen Seite des *Vestibulum*.

IV. *Trigeminus*. Bei 3,25 mm ist das *G. Gasseri* bereits abgelöst und liegt neben dem Hirnrohre (Fig. 509). Die Verbindung mit demselben ist auch bei 4 mm Länge noch nicht da und wird dieselbe erst bei 6,8 mm deutlich. Die ventrale Wurzel ist schon bei 3,25 mm in der ersten Anlage begriffen. Bei 0,8 cm ist die sensible Wurzel kräftig, *Ganglion Gasseri* mächtig, rundlich spindelförmig mit dem 1. und 2. Aste und am 1. Aste eine walzenförmige Fortsetzung des Ganglion. Ventrale Wurzel noch ohne deutlichen Kern dicht an der sensiblen gelegen.

1 cm lange Embryonen endlich besitzen einen deutlichen motorischen Kern. An der sensiblen Wurzel nun der absteigende Theil oberflächlich als platter Strang an der *Medulla oblongata* sichtbar bis zum Gehörbläschen.

V. *Trochlearis, Oculomotorius*. Diese beiden Nerven haben bei 3,25 mm langen Katzenembryonen einen gemeinsamen Ursprung und Anlagen einer dorsalen und ventralen Wurzel. Erstere besteht aus einem Abschnitte der Ganglienleiste an der typischen Stelle, während die ventralen Wurzeln in Form von Neuroblasten mit ziemlich langen das Medullarrohr überschreitenden Ausläufern, verschieden von denen der andern Hirnnerven, vom unteren Fünftel der Seitenwand des betreffenden Abschnittes des Hirnrohres bis in die Nähe der Ganglienleiste und bis zur dorsalen Mittellinie sich verfolgen lassen (Fig. III und IV).

Embryonen von 4 mm Länge zeigen den III. und IV. Nerven getrennt. Am *Oculomotorius* ist die Ganglienanlage klein ohne Faserbildungen. Die motorische Wurzel steht nur 80 μ tiefer und lässt sich in einer Breite und Länge von 100 μ schief gegen die Augenblase zu nachweisen. Einzelne Neuroblasten dieser Wurzel zeigen schon kleine Anlagen des Dendritenstammes.

Beim *Trochlearis* ist die Lage der die ventralen Wurzeln erzeugenden Neuroblasten eine dorsale und so, dass die Elemente der rechten Wurzel rechts und die der linken links liegen und die spätere Kreuzung nur durch einige Fäserchen und Zellen neben der dorsalen Mittellinie angedeutet ist. Nun besitzt auch der *Trochlearis* eine ihm eigene Ganglienanlage, die mit der Anlage des *Ganglion Gasseri* nicht in Verbindung ist.

Embryonen von 5,5 mm zeigen die beiden Ganglien etwas entwickelter und bei solchen von 6,5 mm ist das Oculomotoriusganglion äusserst deutlich, vom Gehirne abgelöst und ventralwärts verschoben, jedoch ohne Spur einer weiteren Entwicklung. Dasselbe gilt vom Trochlearisganglion. Anders bei Rindsembryonen, bei denen *Martin* an solchen von 32 Tagen die ersten Anfänge zur Bildung peripherer Nervenfasern fand. Auch hier verschwand übrigens das Ganglion später. Embryonen von 0,8 mm zeigen beide Ganglien nicht mehr. Die Oculomotoriuswurzel liegt immer noch mehr seitlich als später und die Trochleariswurzel besitzt nur wenige gekreuzte Fasern.

In Hinsicht auf die letzte Entwicklung des *Trochlearis* und *Oculomotorius* in Betreff ihrer gekreuzten Fasern, war auch *Martin* nicht im Stande das Genauere zu ermitteln. Beim III. Nerven ist die Erklärung der Entstehung seiner gekreuzten Fasern nicht schwer. Man braucht nur anzunehmen, dass ein Theil seiner Neuroblasten die ventrale Medianebene durchsetzt und auf der entgegengesetzten Seite austritt, geradeso wie im Rückenmarke ein Theil der Strangzellen ihre Fortsätze durch die ventrale Kommissur zum contralateralen Vorder-Seitenstrange sendet. Was dagegen den *Trochlearis* betrifft, so sehe ich keine andere Möglichkeit als dessen Neuroblasten, die anfangs nur in der dorsalen Mittellinie liegen (*Martin*, Fig. III), etwa wie die dorsalen embryonalen Zellen im Fischrückenmarke (s. S. 172 und eine Figur von *His*, die ich nachträglich noch hervorhebe, Neuroblasten Fig. 31), später auch tiefer von der Ventralseite herkommen und dorsalwärts herüber wuchern zu lassen, denn an ein Herüberwandern der Bildungszellen von rechts nach links und umgekehrt ist doch wohl kaum zu denken. Solche Zellen

würden dann morphologisch denen gleichzuachten sein, die *Lenhossek* und *Ramón* in neuesterZeit aus den Ventralhörnern des Markes in die sensiblen Wurzeln übertreten sahen.

Neben den Untersuchungen von *Martin* sind die Erfahrungen von *His* von besonderer Bedeutung, weil sie auf den Menschen sich beziehen. Derselbe giebt in seiner Entwicklung des Rautenhirns schöne Darstellungen der Entwicklung des *Tractus solitarius*, des XII. XI. X. IX. VIII. VII. V. Nerven (Fig. 10—18) und in den „Centralen und periph. Nervenbahnen" in den Figg. 20—27 und Tafel I, II gute Ergänzungen dazu. Besonders beachtenswerth ist der an einer Schnittserie von Prof. *Kollmann* von einem menschlichen Embryo von 17 mm Nackensteisslänge gelungene Nachweis (I. Abh. S. 71), dass auch hier der *Nervus Wrisbergii* mit seinem *Ganglion geniculi* als eine ursprünglich selbständige Bildung auftritt und im Marke an den *Tractus solitarius* sich anschliesst, wie ich dies oben vom Erwachsenen auseinandersetzte.

Die Untersuchung von *W. His* junior über die Entwicklung des *Acustico-facialis* ergaben als Bemerkenswertestes folgendes:

1. Die Anlage der Ganglien des *Nervus cochleae, N. vestibuli* und *N. Wrisbergii* ist ursprünglich zusammenhängend.

2. Später scheidet sich der *Facialis* ab und schliesst das *Ganglion geniculi* in sich. Die übrige Ganglienmasse hängt noch zusammen und bildet sich zwischen den *G. vestibuli* und *G. cochleae* ein Zwischenganglion, aus welchem der mittlere Ast des *Acusticus* zum *Sacculus* und zur *Ampulla inferior* entspringt. Dieses Zwischenganglion scheint später theils dem *N. cochleae*, theils dem *N. vestibuli* sich anzuschliessen.

3. Die Entstehung des *Ganglion ventrale* konnte nicht ermittelt werden.

4. Vom *Ganglion geniculi* ist bemerkenswerth, dass die Zahl seiner Zellen die der Chordafasern um das sechs- bis siebenfache übertrifft. Welche Bedeutung den überzähligen Zellen zukommt, konnte nicht ermittelt werden.

Mit Rücksicht auf diese letztern Untersuchungen mache ich noch auf zweierlei aufmerksam. Erstens auf die Fig. X von Martin, der bei der Katze einen ganz selbstständigen *Facialis* mit grossem Ganglion zeichnet, das im Medullarrohre drin mit dem Facialiskerne zusammenhängt und zweitens, dass *His* senior bei dem oben erwähnten menschlichen Embryo einen ganz selbständigen *N. Wrisbergii* fand.

Endlich betone ich noch die Entdeckungen von *Froriep*, die uns einen Blick in ganz ungeahnte Verhältnisse thun lassen, die an bleibende Zustände der niedrigsten Wirbelthiere erinnern. Derselbe fand, dass die Ganglien der drei oben genannten Kopfnerven in ganz innige Berührung oder Verschmelzung mit gewissen, an der dorsalen Grenze der Kiemenspalten sich entwickelnden Epidermisverdickungen gelangen, die an der freien Oberfläche grubenartig vertieft sind. Obschon die betreffenden Ganglien an dieser Stelle nicht ihr Ende erreichen, sondern an ihrem distalen Pole weiter auswachsen, so müssen doch die genannten Verbindungsstellen als Anlagen von Sinnesorganen betrachtet werden, die nicht zur Entwicklung fortschreiten, Organe, die den Sinnesorganen der Seitenlinie niederer Wirbeltiere an die Seite zu stellen sind. Aus den genannten Ganglien entwickeln sich auch Visceralbogennerven, wie bei Selachiern. Diese rudimentären Kiemenspaltenorgane finden sich bei Rindsembryonen von 6—12 mm Körperlänge und sind bei 16 mm spurlos verschwunden.

§ 147.

Faserverlauf in der *Medulla oblongata* und den basalen Theilen des Hinterhirns oder Rautenhirns von *His*.

Nach Beschreibung aller einzelnen Theile, welche die *Medulla oblongata*, die Brücke und die Hirnstiele zusammensetzen, bleibt nun noch übrig die Beziehungen dieser Theile zu einander im Zusammenhange zu besprechen. Hierbei werden uns wesentlich zwei Fragen zu beschäftigen haben: 1. Welches ist das Schicksal der aus dem Rückenmarke in diesen Hirntheil eintretenden leitenden Elemente und 2. wie verhalten sich die in der *Medulla oblongata*, der Brücke

und den Hirnstielen auftretenden neuen Faserbahnen und zelligen Elemente zu den ersteren und zu einander.

Ad I. Das Schicksal der aus dem Rückenmarke stammenden Elemente betreffend, so besprechen wir in erster Linie

a) Die Pyramidenbahnen. Diese Stränge gehen soweit sie aus dem Marke stammen, unzweifelhaft unverändert durch das ganze verlängerte Mark,

Fig. 511.

die Brücke und die Hirnstiele durch. Auf der andern Seite verdient Beachtung, dass dieselben während dieses Verlaufes durch eine Anzahl Fasern sich verstärken, welche von den Hirnstielen heruntersteigend nach und nach gegen das Rückenmark zu sich verlieren (Fig. 511). Das Vorkommen solcher

Fig. 511. Frontalschnitt durch das grosse Gehirn des Menschen. Nach einem von Prof. *O. Schultze* mit seinem grossen Schneideapparate gefertigten und nach *Weigert* gefärbten vorzüglichen Schnitte. Nat. Gr. *B* Brücke mit den nach oben sich verstärkenden Längsfasern; *pp Pes Pedunculi*; *ci Capsula interna*; *p Putamen* (weiss); *t Nucleus taeniaeformis* (weiss); *th Thalamus* mit 3 Kernen; *rk* Rother Kern; *L Corpus Luysii*; *to Tractus opticus*; *fr Fasciculus retroflexus,* davor die Querschnitte der Oculomotoriuswurzeln; *nc Nucleus caudatus*; *c Corpus callosum*; *cg Corpus geniculatum laterale*; *i Insula Reilii*.

Elemente, die als Verbindungen der Grosshirnpyramidenbahn mit den motorischen Kernen aller Hirnnerven aufzufassen sind, lässt sich physiologisch mit Sicherheit und zum Theil auch anatomisch mit grösserer oder geringerer Bestimmtheit nachweisen, wie wir oben sahen. Wenn es sich dagegen darum handelt, die Menge dieser Pyramidenbahnen der *Oblongata* mit Genauigkeit zu bestimmen, so ergeben sich grosse Schwierigkeiten. Längsschnitte, die von der Pyramidenkreuzung zum Hirnstiele reichen, ergeben zwar mit Leichtigkeit eine mächtige Zunahme der Längsfasern zwischen und in den zwei Querfaserschichten der Brücke, allein es ist nicht daran zu denken, auch nur die Mehrzahl dieser Elemente den Pyramidenbahnen zuzurechnen, vielmehr sind sehr viele derselben, wie man mit Sicherheit weiss, als fremde, aus dem Gehirne stammende oder in der Brücke entstandene neue Längsfasern aufzufassen. Beim Mangel anatomischer Thatsachen wird wohl eine genaue Verfolgung der Markscheidenbildung in den longitudinalen Brückenelementen und eine Verwerthung pathologischer Erfahrungen genauere Resultate geben und soll dasjenige, was in dieser Beziehung vorläufig sich sagen lässt, weiter unten bei der Brücke zur Besprechung kommen.

b) Die Kleinhirnseitenstrangbahn ist ein zweiter Faserzug, der aus dem Mark in die *Oblongata* übergeht, dessen Verhalten oben Seite 216 geschildert wurde.

c) Die Hinterstrangkleinhirnbahn ist ebenfalls schon auf Seite 216 besprochen worden.

d) Die Vorderstranggrundbündel gehen leicht nachweisbar und fast allgemein anerkannt in den *Fasciculus longitudinalis dorsalis* über. Da diese Stränge aus Strangzellen des Markes sich aufbauen, deren nervöse Ausläufer in der *Commissura anterior* sich kreuzen, so stellen dieselben eine gekreuzte sensible Leitung zweiter Ordnung dar. Die Elemente des Längsbündels erschöpfen sich in ihrem Aufsteigen nach und nach, wie eine Vergleichung des Vorderstranggrundbündels in der Gegend der Pyramidenkreuzung, da wo dasselbe dorsalwärts gedrängt wird, in seinem Durchmesser mit demjenigen des *Fasciculus dorsalis* in der Oliven-Gegend, in der Brücke und in den distalen Vierhügeln leicht ergiebt. So gelangt das Bündel endlich in den Bereich der Oculomotoriuskerne und der proximalen Vierhügel und verliert sich hier, wie wir oben sahen (S. 303), im Bereiche des vor mir so genannten Kernes der distalen Kommissur. In seinem ganzen Verlaufe giebt das Längsbündel Collateralen an die Kerne der XII. VI. IV. und III. Nerven ab und erschöpft sich zugleich unter Endumbiegungen in denselben. Physiologisch vermittelt somit dieses Bündel Einwirkungen gewisser sensibler Fasern der *Nervi spinales* auf die genannten motorischen Kerne.

Bechterew, der das dorsale Längsbündel wie alle anderen Autoren aus den Vorderstranggrundbündeln ableitet, spricht die sehr eigenthümliche Ansicht aus (Neur. Centralbl. 1885 S. 343), dass genanntes Bündel in seinem Verlaufe nach der cerebralen Seite zu nach und nach die aus dem Rückenmarke stammenden Fasern verliere, vielmehr alle *(? K.)* seine Elemente aus den Augenmuskelnerven beziehe. Dem entsprechend liessen sich die Fasern dieses Bündels nur bis zum Oculomotoriuskerne verfolgen, wo dieselben theils nachweislich in Oculomotoriusfasern übergingen, theils zwischen dessen Kernen verschwänden, theils in die *Commissura distalis* umbögen. Bei aller Hochachtung vor dem verdienten russischen Gehirnanatomen muss ich mir doch die

Bemerkung erlauben, dass bis anher Niemand einen Ursprung des dorsalen Längsbündels aus irgend einem Augenmuskelnerven nachgewiesen hat und dass ein solcher Ursprung von vornherein als sehr unwahrscheinlich, um nicht zu sagen unmöglich zu erachten ist.

e) Die Seitenstrangreste. Die Theile des Seitenstranges, die nicht mit der Kleinhirnseitenstrangbahn in das kleine Gehirn und mit der lateralen Pyramidenbahn in die Pyramiden übertreten, bestehen einmal aus dem sogenannten *Gowers*'schen Bündel und zweitens aus der an die graue Substanz des Ventralhorns angrenzenden weissen Substanz des Seitenstranges. Verfolgt man diese Elemente distalwärts von den Oliven und in der Höhe dieser von der Pyramidenkreuzung an, so ergiebt sich, dass dieselben einmal an der ventralen Seite der lateralen Kleinhirnbahn als ein kompaktes Bündel von Längsfasern sich erhalten, das wesentlich auf den *Fasciculus antero-lateralis* (*Gowers*' Bündel) zurückzuführen ist, ein Bündel, das an das lateralen dorsalen Seite der Oliven weit gegen die Brücke und bis in die Haubengegend in derselben sich verfolgen lässt und nach *Bechterew* in den kleinen Oliven endet, dagegen keine Beziehungen zur lateralen Schleife darbietet. Zweitens sind als Fortsetzungen von Theilen der lateralen Markstränge zu betrachten zahlreiche kleine Längsbündel dorsalwärts von den Oliven, die von *Stilling* als Seitenstrangreste bezeichnet wurden und bei *Edinger* als in seinem motorischen Felde der Haube einbegriffen erscheinen.

Ferner rechnet *Bechterew* auf Grund der Markscheidenbildung zu den Resten der Seitenstranggrundbündel noch zwei Fasergruppen und zwar einmal die zwischen den dorsalen Längsbündeln und der Olivenzwischenschicht eingeschalteten spärlichen Längsbündel und zweitens die lateral von den Hypoglossuswurzeln und besonders des dorsalen Längsbündels gelegenen Elemente.

Das weitere Schicksal aller dieser Längsbündel in ihrem Verlaufe gegen das Gehirn zu hat bis jetzt allein *Bechterew* verfolgt. (Neur. Centrbl. 1885 S. 342 und hierbei bei Embryonen von 25—28 cm Länge folgendes gefunden: Bereits im Gebiete des sogenannten *Roller*'schen Centralkernes verschwindet die Mehrzahl der in den ventralen Theilen beider Abschnitte der *Substantia reticularis* (der *alba* und *grisea*) gelegenen Fasern. (In demselben Kerne sollen auch aus den Kernen der *Burdach*'schen und *Goll*'schen Stränge stammende *Fibræ arcuatæ* sich verlieren, nachdem sie z. Th. in die Längsrichtung übergegangen sind.) Eine weitere bedeutende Zahl von Vorderstrang- und Seitenstranggrundbündelresten der medialen und lateralen ventralen Abschnitte der *Substantia reticularis* lässt sich in die Brücke hinein bis zum *Nucleus reticularis tegmenti* von *Bechterew* verfolgen; der letzte Rest endlich soll bis zum *Nucleus centralis superior* gehen.

Bei Embryonen von 33 cm Körperlänge findet sich ein laterales System von Seitenstrangresten, dass mit Sicherheit nur bis zum Seitenkerne zu verfolgen ist.

Bei 40 cm langen Fötus wird ein lateral dorsales System der *Formatio reticularis* markhaltig, das in der Brücke nach aussen und hinten vom Facialiskerne und im *Pedunculus cerebri* nach aussen und hinten vom rothen Kerne liegt. Dieser Faserzug der nach vielen Seiten noch unklar ist, scheint nur zum Theil aus dem Marke, grösseren Theils aus der *Oblongata* zu stammen, woher ist zweifelhaft, und in die Haubenstrahlung der medialen Kapsel überzugehen.

Alle Fasern der Seitenstrangreste gehören in dieselbe Kategorie und sind im Rückenmarke entstandene Strangfasern, von denen viele schon im Marke sich kreuzten und von Kommissurenstrangzellen abstammen, andere aber an derselben Seite cerebralwärts verlaufen, auf der auch ihre Ursprungszellen liegen (Siehe beim Rückenmarke). Ferner sind vom physiologischen Standpunkte aus alle diese Elemente als centripetale oder sensible Leitungsorgane zweiter Ordnung anzusehen und darf man mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass dieselben durch ihre in grosser Anzahl von mir aufgefundenen Collateralen auf die mehr lateral gelegenen motorischen Kerne des *Accessorius, Vago-Glossopharyngeus (Nucleus ambiguus), Facialis* und *Quintus* einwirken und beim Zustandekommen einer Reihe von Reflexen thätig sind.

Ad II. Neue in der *Med. oblongata* auftretende Elemente sind:

A. von Nervenfasern.

a) Die Wurzeln der sensiblen Hirnnerven und zwar: Die absteigende Vago-Glossopharyngeuswurzel oder der *Fasciculus solitarius.* — Die sensible Trigeminuswurzel. — Die Wurzel des *Nervus Wrisbergii.* — Die Wurzeln des *Nervus cochleae et vestibuli* mit Inbegriff der absteigenden Vestibulariswurzel.

b) Die Wurzeln der motorischen Hirnnerven und zwar des *Hypoglossus,* des *Accessorius,* der *Portio motoria Vago-Glossopharyngei,* des *Quintus* incl. *Ramus decendens, Abducens, Trochlearis, Oculomotorius.*

c) Die *Pedunculi Cerebelli* zum Theil.

d) Die Schleifenfasern.

e) Die Cerebello-Olivarfasern.

f) Die Leitungsfasern II. Ordnung, die mit den Endkernen der sensiblen Nerven in Verbindung stehen.

g) Die Strangfasern der *Medulla oblongata.*

B. Von grauer Substanz.

a) Die Endkerne der sensiblen Nerven.

b) Die Ursprungskerne der motorischen Nerven.

c) Die Ursprungszellen von Strangfasern der *Oblongata* oder die zerstreuten Zellen der *Substantia reticularis.*

d) Die grossen Oliven.

e) Die kleinen Oliven.

f) Die Pyramidenkerne.

g) Die Kerne der *Raphe* und die Brückenkerne.

h) Die Kerne der *Fasciculi graciles et cuneati,* hierher auch der äussere Kern des Keilstranges von *Blumenau* (Neur. Centr. 1891 S. 226 und 598).

i) Besondere kleine Kerne, wie die Kerne des *Lemniscus lateralis,* der Kern des Seitenstranges, die Zellen der *Substantia ferruginea* (siehe die Arbeiten von *Mingazzini* und *Amaldi* (Riv. Sper. di Freniatria 1892) *et nigra,* der Kern des *Fasciculus teres,* die Zellen des centralen Höhlengrau im *Aquæductus Sylvii,* nicht konstante Kerne

im *Corpus restiforme (Darkschwitsch* und *Freud, Blumenau, Wernicke, ich)* u. s. w.

Viele von den hier aufgezählten Theilen sind schon früher hinreichend besprochen worden und so wollen wir nur die Gebilde, die bis anhin nicht ausführlicher zur Schilderung kamen, behandeln und zwar vor allem die grossen

Fig. 512.

Oliven, die Strangzellen der *Oblongata* und die Brückenkerne und im Anschlusse an diese grauen Massen von Fasern vor allem die *Pedunculi cerebelli,* die *Fibrae arcuatae,* die Strangfasern, Schleifenfasern, die Leitungsfasern II. Ordnung der sensiblen Endkerne und die Brückenfasern.

Fig. 512. Drei Zellen der grossen Olive der Katze. Achsencylinder roth. Starke Vergr. *Golgi.*

A. Die grossen Oliven. Die Verbindungen und Faserungsverhältnisse dieser auffallenden Gebilde sind noch sehr wenig im Einzelnen bekannt. Während ältere Autoren, vor allem *Deiters* und *Meynert*, die Oliven einerseits mit dem kleinen Gehirne, andrerseits mit den Hintersträngen des Rückenmarks in Verbindung setzten und hierbei wenigstens in der Beziehung einen guten Blick bewiesen, als sie von dem Satze ausgingen, dass jeder Abschnitt des Nervensystems jedenfalls nach zwei Seiten Verbindungen besitzen müsse, begnügt sich die Mehrzahl der neueren Autoren mit dem Satze, dass jede Olive mit der entgegengesetzten Kleinhirnhälfte verbunden sei und wird die Frage gar nicht erwogen, wie denn die Olive auf das kleine Gehirn wirke und umgekehrt und ob nicht andere Theile der *Medulla oblongata* mit der

Fig. 513.

Olive zusammenhängen. Einzig *Bechterew* glaubt in seiner centralen Haubenbahn eine Beziehung der grossen Olive zum grossen Gehirne nachgewiesen zu haben.

Dieser eigenthümliche Stand der Frage beruht in erster Linie auf der bis jetzt ungenügenden Kenntniss des feinsten Baues der Oliven. In der That ist alles, was man bis vor kurzem in dieser Beziehung wusste, in der fleissigen Arbeit von *Livio Vincenzi* enthalten, in der an *Golgi*'schen Präparaten zuerst die eigenthümliche Form der Zellen der Oliven und der Verlauf ihrer Achsencylinder

Fig. 513. Aus der grossen Olive eines menschlichen Embryo. Starke Vergr. *w* weisse Substanz an der Oberfläche der grauen Lamellen *gr*; *b* eine Binnenfaser, die von der weissen Substanz sich ablöst, mit zahlreichen Verästelungen. Die ungetheilt durch die graue Lamelle verlaufenden Olivenfasern sind nicht dargestellt. *Golgi*.

vortrefflich dargestellt wurde, von welchen Zellen ich hier noch eine Ansicht zum Theil von der Fläche gebe, in welcher ihre sehr eigenthümlichen Dendriten zur Anschauung kommen (Fig. 512). Was aber diesem Forscher verborgen blieb, war von grösster Wichtigkeit für die Auffassung dieses Organes, nämlich das, dass die Oliven ausser ihren Zellen und den von denselben entspringenden Nervenfasern und selbstverständlich einer gewissen Anzahl von Gliazellen noch einen zweiten sehr bedeutungsvollen Bestandtheil enthalten, nämlich eine grosse Menge zuleitender Nervenfasern, die im Innern der Olivenblätter um die Zellen herum reichlich sich verästeln.

Dieses zweite Element der Oliven, das ich schon vor einiger Zeit in einer kurzen Notiz zur allgemeinen Kenntniss gebracht habe (Anat. Anz. Bd. VI. 1891 S. 427), soll nun in erster Linie näher beschrieben und durch beistehende Figuren versinnlicht werden.

Fig. 514.

Beim Menschen kenne ich diese Binnenfasern der Oliven nur von Embryonen und Neugeborenen an *Golgi*schen Präparaten und sind einige derselben in den Figuren 513 und 514 dargestellt. Dieselben zweigen sich sowohl von den Faserbüscheln ab, die von aussen zwischen zwei Windungen der Olivenblätter eindringen, als auch von denen, die wie Markblätter das Innere derselben erfüllen, dringen meist in schiefem Verlaufe, oft aber auch unter rechten Winkeln in die graue Substanz ein und enden in verschiedenen Tiefen derselben mit oft sehr reichen Verästelungen. Sehr oft zeigen auch diese Fasern schon innerhalb der weissen Substanz Theilungen, wie in der Fig. 514, oder wenigstens eine Abgabe von Nebenästchen (Fig. 513), doch findet sich die eigentliche Entverästelung stets in der grauen Substanz.

Fig. 514. Aus der grossen Olive eines Embryo des Menschen. Starke Vergr. *Golgi*. Erklärung wie bei Fig. 513.

Ausser diesen Fasern finden sich in den grauen Blättern der Olive noch eine Menge gerade oder leicht S-förmig gebogen verlaufender, unverästelter Fasern, wie sie bereits *Vincenzi* dargestellt hat, die nichts anderes sind, als die Achsencylinderfortsätze der Olivenzellen, von denen in meinen beiden Figuren nur einige wenige bei *w*, von der Oberfläche der grauen Olivenblätter dargestellt sind. In meinen Präparaten waren übrigens nirgends alle diese Achsencylinder gefärbt, jedoch immerhin noch bedeutend mehr als Binnenfasern, wie ich die verästelten eben geschilderten Elemente nennen will, und an diesen waren wiederum die Endverästelungen nur seltener so schön ausgeprägt, wie in den gegebenen Figuren 513 und 514. Ausser diesen beiderlei Faserarten waren auch überall eine gewisse Anzahl Olivenzellen gefärbt und ebenso auch da und dort Gliazellen.

Anders bei der Katze. Hier traf ich bei neugeborenen Thieren an *Golgi*'schen Präparaten neben Olivenzellen und deren Achsencylindern meist eine grosse Menge von Binnenfasern imprägnirt und zeigten dieselben wesentlich denselben Charakter, wie bei der kleinen Olive, weshalb ich auf die früher gegebene Fig. 485 verweise und eine ausführlichere Schilderung derselben unterlasse.

Gehen wir nun mit der Kenntniss dieses doppelten Fasersystems in den Oliven an die weitere Erörterung der Frage, woher die Binnenfasern der Olive kommen und wohin die eigentlichen, von den Zellen des Organes entspringenden „Olivenfasern“ sich begeben, so finden wir, dass wohl alle Autoren, wenn auch unausgesprochen, der Ansicht sind, dass die Olivenfasern in das kleine Gehirn eintreten. Diese Ansicht ist nun aber meiner Meinung nach in keiner Weise begründet, und gerade umgekehrt als ganz verfehlt zu bezeichnen und zwar aus folgenden Gründen. In der weissen Substanz aller Crura des Cerebellum finden sich, ebenso wie in den Windungen des Organes selbst, wesentlich zweierlei Fasersysteme, centripetale und centrifugale. Als centrifugale sind überall und ohne Ausnahme nur die *Purkinje*'schen Fasern — so wollen wir der Kürze halber die von den *Purkinje*'schen Zellen entspringenden Nervenfasern bezeichnen — zu betrachten, als centripetale die von aussen vom Rückenmarke, der Brücke, dem grossen Gehirne her in das kleine Gehirn eindringenden Elemente. Da nun ferner die *Purkinje*'schen Fasern in allen Schenkeln des Cerebellum ebenso wie in dem grauen Belege seiner Windungen sicher eben so zahlreich sind, als die centripetalen Elemente, so folgt hieraus weiter, dass im *Pedunculus cerebelli* nicht nur centripetale Fasern vorkommen können, wie es der Fall wäre, wenn auch die Olivenfasern in das kleine Gehirn eingingen, sondern auch eine grosse Zahl von centrifugalen Bahnen, mit andern Worten viele *Purkinje*'schen Fasern. Frägt man dann weiter, in welche Theile diese centrifugalen Bahnen übertreten, so ergiebt sich per exclusionem, dass dies nur die Oliven sein können, denn die Kleinhirnseitenstrangbahn führt sicher nur centripetal leitende Elemente, ebenso wie die Hinterstrangkleinhirnbahn und die Bahn aus dem Seitenstrangkern. Somit stellen die Cerebello-Olivarfasern eine centrifugale Bahn dar und bestehen aus *Purkinje*-schen Fasern, die in den Oliven als Binnenfasern um die Olivenzellen enden.

Dies einmal festgesetzt, so erhebt sich die weitere Frage, wo enden die Olivenfasern? Da die Oliven jedenfalls einen bedeutenden, wenn auch indirekten Einfluss auf die willkürlichen Bewegungen haben, so liegt es am nächsten zu erwägen, ob nicht etwa die Olivenfasern in irgend einer Weise auf die Ursprungskerne der motorischen Wurzeln im Rückenmarke einzuwirken im Stande sind, ähnlich wie die Pyramidenfasern, und somit eine zweite centrifugal wirkende motorische Leitung darstellen.

Eine bestimmte Antwort auf diese Frage lässt sich nun allerdings vorläufig nicht geben, immerhin liegen bestimmte Thatsachen vor, die lehren, dass die Oliven in einer näheren Beziehung zu den Seitenstrangresten der *Medulla oblongata* und somit auch zu den Seitensträngen des Rückenmarks stehen.

Fig. 515.

Im verlängerten Marke von Embryonen von 7, 8 und 9 Monaten, bei denen die Pyramiden noch marklos sind, finden sich in der Gegend der Oliven besondere Verhältnisse, die die Annahme eines Ueberganges von Olivenfasern in die Seitenstrangreste zu gestatten scheinen. Untersucht man hier die Theile der *Substantia reticularis*, welche die dorsale Nebenolive lateralwärts umgeben, oder die Gegend, wo später die um diese Zeit noch nicht markhaltige Haubenbahn von Bechterew liegt, so ergiebt sich, dass hier viele longitudinale Faserbündel sich finden, die um diese Zeit bereits markhaltig sind. Viele dieser

Fig. 515. *Medulla oblongata* eines menschlichen Embryo von 8 Monaten. 10 : 1. (Präp. 115, 116.) *P* Pyramide marklos mit einigen dunkelrandigen Fasern; *O* Olive mit Nebenoliven; *OC* Oliven-Cerebellarfasern; *PC Pedunculus Cerebelli*; *Pt* Ponticulus; *IX, X* Vago-Glossopharyngeuswurzeln; X^1 Vago-Glossopharyngeuskern, sensibler; *Fs Fasciculus solitarius* mit eintretender Wurzel; *Xm* Motorische Vago-Glossoph.-Wurzel mit Umbiegung; X^2 Motorischer Vago-Glossoph.-Kern (*Nucleus ambiguus*); *V* sensible V-Wurzel; *VIIIa* Absteigende VIII-Wurzel; *F.l.d Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *S* mediale, S^1 laterale Schleifenfasern; S^2 Schleifenschicht als Olivenzwischenschicht; *RC* Dorsalstrang-Kleinhirnbahn; *XII* Hypoglossuskern und Wurzel. *Weigert-Pal.*

Bündel nun sind lateralwärts schief gerichtet und gehen nach und nach mit ihren Bestandtheilen in horizontal verlaufende Fasern über, welche dem dorsalen Olivenblatte folgend um den lateralen Theil der Olive ventralwärts ziehen, in *Fibrae arcuatae superficiales* übergehen und in verschiedenen Gegenden ihr Mark verlieren. Die Figur 515 zeigt die genannten Bündel ohne Bezeichnung lateralwärts die dorsale Nebenolive umgebend und weiter seitwärts den Uebergang ihrer Elemente in horizontale Fasern. Je mehr man nun dem cerebralen Ende der Oliven sich nähert, um so deutlicher und stärker werden diese horizontal verlaufenden Bündel und ziehen zum Theil bis an die ventrale Seite der Oliven. Zugleich verkleinert sich aber auch die Masse der Längsbündel, als deren Fortsetzung sie erscheinen, immer mehr, während gleichzeitig ein eigenthümlicher Zug von Fasern deutlich wird, dessen nach der lateralen dorsalen Seite der Oliven gerichteter Verlauf aus der Fig. 516, wo derselbe jedoch nicht bezeichnet ist, deutlich sich ersehen lässt. In der Gegend, von welcher diese Figur entnommen ist, sind die dorsalen eben geschilderten Längsbündel fast ganz geschwunden und nur ein Rest der von ihnen ausgehenden horizontalen Elemente vorhanden.

Fig. 516.

Dass diese eben beschriebenen horizontalen Elemente von Fasern gebildet werden, die aus der Olive abstammen, halte ich dem ganzen Verhalten derselben zufolge für unzweifelhaft und möchte ich ferner es für wahrscheinlich erachten, dass dieselben aus der contra-lateralen Olive kommen und zum Theil durch die Kommissur der Oliven, zum Theil durch die *Fibrae arcuatae ventrales* verlaufen. Ist diese Annahme richtig, so würden somit aus den Oliven kommende

Fig. 516. Querschnitt durch die *Medulla oblongata* eines menschlichen Embryo von acht Monaten dicht an der Brücke, Nr. 135 der Serie, *Weigert-Pal*, achtmal vergr. *P* Theil der Brücke; *Pyr Pyramis*; *O* grosse Olive; *L Lemniscus medialis*; *V* sensible Quintuswurzel; *Fs Fasciculus solitarius* mit Glossopharyngeuswurzel; *NC Nervus cochleae*; *Gv Ganglion ventrale acustici* mit dem Tuberculum an dessen lateraler Seite; *NC'* sekundäre dorsale Bahn aus dem *Ganglion* um den *Pedunculus cerebelli Pc* herum zum *Corpus trapezoides*; *VIIId* absteigender Vestibularisast.

und höchstwahrscheinlich in denselben entspringende Fasern mit Längsbündeln der Seitenstrangreste zusammenhängen oder mit andern Worten in dieselben übergehen und wäre somit die Berechtigung vorhanden, Olivenfasern direkt in Rückenmarksbahnen übergehen zu lassen, natürlich immer unter Voraussetzung der Richtigkeit des früher aufgestellten Satzes, dass die Cerebello-Olivarfasern nicht von den Olivenzellen, sondern von den *Purkinje*'schen Zellen abstammen und als Binnenfasern in der Olive enden.

In Betreff des oben erwähnten eigenthümlichen Faserzuges in der Fig. 416, der auch beim Erwachsenen sich findet (siehe die Fig. 472, bei und ventralwärts vom Buchstaben *rgr*), bemerke ich hier noch, dass derselbe bis zum gänzlichen Schwinden der Olive in der nämlichen Lage sich erhält und an einen schon oben erwähnten, von *Bruce* unter dem Namen „*acustico-olivary tract*“ beschriebenen Strang erinnert, der jedoch in den Kern von *Deiters* übergehen soll, was ich nicht zu bestätigen vermochte. Verfolgt man den von mir beschriebenen Strang weiter, so ergiebt sich, dass derselbe und der von *Held* beschriebene und oben auf Seite 271 erwähnte und in den Fig. 487 u. 488 dargestellte Faserzug vom *Deiters*'schen Kerne zum Seitenstrange derselbe ist. Der Faserzug, von dem ich hier ausging, liegt cerebralwärts von der grossen Olive, anfänglich an der medialen Seite der aufsteigenden Facialiswurzel, parallel derselben; weiter stellt sich derselbe mit seinem dorsalen Theile immer mehr lateralwärts und läuft zuletzt, die Facialiswurzel kreuzend, bis zur medialen Seite der kleinen Olive herab, wie der Faserzug von *Held*. Noch ist zu bemerken, dass dieser Faserzug, je mehr er der kleinen Olive sich nähert um so grösser wird.

Nach dem, was ich zu ermitteln vermochte, stehen die erwähnten Faserzüge, die kaum alle dieselbe Bedeutung haben, zu der grossen Olive in keiner Beziehung und habe ich dieselben hier nur deshalb besprochen, um auf sie aufmerksam zu machen.

Die von mir aufgestellte Hypothese von den Beziehungen der Oliven zum Rückenmarke, genauer bezeichnet die Annahme, dass die Olive durch *Purkinje*-sche Fasern, die in der Cerebello-Olivarbahn verlaufen, in centrifugaler Richtung beeinflusst wird und ihrerseits wiederum durch ihre Olivenfasern, die in Seitenstrangfasern des Rückenmarks sich fortsetzen, in derselben Richtung auf die motorischen Kerne des Rückenmarks eine Einwirkung äussert, würde eine sehr erwünschte Deutung aller Erfahrungen ermöglichen, die wir über die Beziehungen des kleinen Gehirns einmal zu den Oliven und zweitens zu den willkürlichen Bewegungen besitzen. Doch ist nicht zu vergessen, dass dieselbe vorläufig nichts weniger als gesichert und bewiesen anzusehen ist. Immerhin gründet sich meine Annahme einmal auf den, wie ich glaube behaupten zu dürfen, sicheren Satz, dass die Cerebello-Olivarfasern eine centrifugale Leitung darstellen, die mit den *Purkinje*'schen Zellen zusammenhängt und zweitens auf meine Beobachtung von dem Uebergange von Olivenfasern in Fasern der Seitenstrangreste der *Medulla oblongata*. Dagegen bin ich allerdings nicht in der Lage zu behaupten, dass die Olivenzellen nicht auch noch andere Verbindungen eingehen und weiss ich ausserdem ganz gut, dass auch sonst noch andere Schwierigkeiten vorliegen, die meiner Hypothese entgegenstehen. In dieser Beziehung mache ich noch auf Folgendes *pro* und *contra* aufmerksam.

1. Bei den menschlichen Embryonen, bei denen ich den oben geschilderten Zusammenhang von Fasern der Seitenstrangreste mit den Oliven auffand, ist es mir nicht gelungen, denselben in der ganzen Höhe der Oliven gut ausgesprochen nachzuweisen und fanden sich namentlich in den distalen Gegenden

dieser Organe keine horizontalen Fasern, die in longitudinale Elemente der Seitenstrangreste übergingen. Doch waren auch in diesen Gegenden an den Längsbündeln der Seitenstrangreste an der dorsalen Seite der Oliven eine Menge kurzer Bündel mit schiefen Fasern vorhanden, die möglicherweise auch aus den Oliven stammten, worüber nur Längsschnitte sichere Auskunft geben könnten, die zu untersuchen ich noch keine Musse hatte.

2. Spricht für die Annahme von Beziehungen der Oliven zu den motorischen Funktionen des Markes der Umstand, dass dieselben in der nämlichen Gegend der *Oblongata* sich entwickeln (s. Fig. 445, in welcher das erste Auftreten des medialen Olivennebenkernes dargestellt ist), in welcher auch die motorischen Kerne des Rückenmarkes ihre Lage haben.

3. Wenn meine Vermuthung von dem centrifugalen Verlaufe der Olivenfasern und dem Eintreten derselben in den Seitenstrang des Markes richtig wäre, so müsste der antero-laterale Strang ausser der Pyramidenbahn noch eine zweite centrifugal wirkende und absteigend degenerirende lange Bahn enthalten. Nach den bisherigen Erfahrungen kommen nun allerdings in diesen Strängen absteigend entartende Elemente vor, allein dieselben sollen, wie allgemein angenommen wird, nur kurzen Bahnen angehören. Einzig *Bechterew* giebt in seiner Abhandlung über die Funktion des Kleinhirns (Neurol. Centralbl. 1890 S. 354) auf Grund anatomischer und experimenteller Untersuchungen an, dass die Vorderseitenstränge des Markes motorische Funktionen besitzen, ohne in dieser Beziehung weiter Thatsächliches mitzutheilen. Die genannte Abhandlung von *Bechterew* kommt in gewisser Beziehung dem nahe, was ich hier von den Oliven nachzuweisen versuchte. Derselbe behauptet nämlich, dass das von ihm sogenannte Spinalbündel des *Crus cerebelli ad pontem* (siehe unten sub E) ein motorisches Leitungssystem sei, welches mit den Zellen des *Nucleus reticularis tegmenti* in Verbindung stehe und durch diese mit Fasern des Vorder- und Seitenstranggrundbündels und mit dem Rückenmarke. Ausserdem wird von *Bechterew* noch der Satz aufgestellt, dass auch das den Dachkern mit den kleinen Oliven verbindende Bündel motorischen Leistungen diene.

4. Irgend welche andere Verbindungen der Oliven als die mit dem kleinen Gehirne und die von mir oben beschriebenen mit den Seitenstrangresten sind bis jetzt nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Beziehungen von Schleifenfasern zu den Oliven sind unmöglich, da in denselben nur zwei Fasersysteme vorkommen, die von den *Purkinje*'schen Zellen abstammenden Binnenfasern und die von den Olivenzellen herkommenden Olivenfasern. Ebenso wenig ist es bis jetzt gelungen, Beziehungen der Olivenfasern zu den in der *Medulla oblongata* entspringenden Strangfasern nachzuweisen, welche übrigens, wenn dieselben vorhanden wären, nur centrifugale motorische Leitungen II. Ordnung darstellen könnten. So bleibt nur die centrale Haubenbahn von *Bechterew* übrig, an die man denken könnte. Liesse sich nachweisen, dass Olivenfasern direct in die Elemente der centralen Haubenbahn sich fortsetzen, so wäre hiermit eine Bahn gegeben, die vom Cerebellum aus angeregt in zweiter Linie auf gewisse Centren im Gehirn cellulifugal aber centripetal einwirkte und könnte möglicherweisse eine solche Oliven-Grosshirnbahn neben der von mir angenommenen Oliven-Rückenmarksbahn bestehen. Doch kann nicht verschwiegen

werden, dass es weder *Bechterew*, noch sonst Jemand bisher gelungen ist, das Vorkommen einer solchen Bahn anatomisch nachzuweisen oder auch nur wahrscheinlich zu machen.

Unter dem Namen Centrale Haubenbahn beschreibt *Bechterew* einen früher unbekannten Längsstrang, der eine Verbindung der grossen Oliven mit dem Grosshirne darstellen soll (Neurol. Centralbl. 1885 Nr. 9 S. 194). *Bechterew* fand diesen Strang erst bei 1 Monat alten Kindern markweiss und tritt derselbe an der dorsalen, lateralen Seite der Oliven auf. Von der Mitte dieses Organes an sammeln sich dessen Fasern mehr an der dorsalen Seite desselben zu einem dichten Strange, der bald an Stärke zunimmt und dann in die Brücke eintritt. Hier liegt diese Bahn zwischen der kleinen Olive, der medialen Schleife und den Trapezfasern. Im cerebralen Theile der Brücke ist ihre Stelle mehr dorsalwärts mitten in der *Formatio reticularis*, bis sie schliesslich in der Höhe des cerebralen Vierhügels ihre Lage unmittelbar lateralwärts vom dorsalen Längsbündel hat (siehe *Stilling* Pons varoli Taf. IIc; *Obersteiner* Fig. 121—123 C H, *Edinger* Fig. 133, 131, 128, 127 Centr. H B, 126 (zwischen dorsaler Nebenolive und Olive).

Im rothen Kerne liegt die centrale Haubenbahn an seiner Dorsalseite und hilft dessen dorsale Markkapsel bilden. Weiter geht die centrale Haubenbahn gegen das Grosshirn fort, indem sie zwischen dem Boden des III. Ventrikels und dem rothen Kerne central umbiegt, doch war das Ende der Bahn nicht zu bestimmen.

Die Gründe, die *Bechterew* bewogen, diese Bahn von den Oliven abzuleiten, sind, wie mir scheint, wenig beweisend. Dieselben sind einmal das ungefähr gleichzeitige Weisswerden derselben und der Cerebello-Olivarbahn, ferner der ungefähr gleiche Querschnitt der beiden genannten Bahnen, endlich die Unmöglichkeit, die centrale Hauben-Bahn von dem Marke herzuleiten. Man sieht, dass *Bechterew* von dem Gedanken geleitet wird, dass seine Bahn das Cerebellum und grosse Gehirn vermittelst der Oliven verbinde. Wenn dem so wäre, so müsste doch wohl in irgend einer Weise ein Eindringen der Bahn von *Bechterew* in die Oliven sich nachweisen lassen, was bis jetzt nicht gelungen ist. Das blosse Nebeneinanderliegen berechtigt doch nicht zur Annahme einer Verbindung. Bei weiteren Untersuchungen über die centrale Haubenbahn wird in erster Linie zu untersuchen sein, ob die Fasern derselben zu den Zellen der Oliven in Beziehung stehen, d. h. von denselben entspringen. Doch wird auch die Möglichkeit nicht ausser Acht zu lassen sein, dass dieselben von den Einzelzellen der *Medulla oblongata* ihren Ursprung nehmen oder Fortsetzungen der Seitenstrangreste sein könnten.

B. Bedeutung der Einzelzellen der *Substantia reticularis grisea et alba.*

Eine genaue Verfolgung dieser Zellen durch die ganze Oblongata und Brücke ergiebt, dass dieselben nirgends dichte Massen von bestimmter, gleichbleibender Form bilden und halte ich es daher nicht für gerechtfertigt, von besonderen Kernen zu reden, wenn ich auch zugebe, dass dieselben in gewissen Gegenden gehäufter und zahlreicher vorkommen, als in anderen.

Zu diesen Kernen zählt 1. der *Nucleus centralis inferior* von *Roller* (*Obersteiner* Fig. 120, 121 *Ncti*) in der Gegend, wo der *Fasciculus longitudinalis dorsalis* und die Olivenzwischenschicht aneinanderstossen; 2. der *Nucleus centralis superior* (*Obersteiner* Fig. 122 *Ncs*) zwischen dem *Fasc. longitudinalis dorsalis* und der Kreuzung der Bindearme; 3. der *Nucleus reticularis tegmenti* von *Bechterew* (*Obersteiner* Fig. 123 *Nrtg*) in der Brücke neben der *Raphe* ebenfalls zwischen dem *Fasc. longit. dorsalis* und dem *Lemniscus medialis*, eine Ansammlung von Zellen, die noch am ehesten auf einen besonderen Namen Anspruch hat.

Zur Beschreibung dieser zerstreuten Zellen übergehend ist in erster Linie hervorzuheben, dass unter denselben neben grossen Elementen von 50—80—90 μ

Grösse auch viele kleinere bis zu 20 u. 30 μ herab sich finden. Die grossen Zellen sind alle ausgezeichnet sternförmig und multipolar und den Elementen der Ventralhörner des Markes täuschend ähnlich (Fig. 517). Ihre Dendriten sind bemerkenswerth durch ihre bedeutende Länge und die im Ganzen spärliche Verästelung. Ich mass beim Menschen solche von 0,3—0,4 mm, bei der Katze von 0,6 mm. Die Lage anlangend, so ist keine Gegend der *Substantia reticularis* frei von ihnen, obschon allerdings ihr Hauptsitz die sogenannte *Substantia reticularis grisea* ist, die eigentlich nur im Bereiche der Oliven angenommen werden kann. Hier finden sich die grossen Zellen vor allem zwischen dem dorsalen Olivenblatte und dem angrenzenden Olivennebenkerne einerseits, dem *Nucleus ambiguus* und den Hypoglossuswurzeln andererseits, am zahlreichsten in der Nähe der Oliven. Cerebralwärts von den Oliven, in der Gegend der kleinen Oliven und in der ganzen Haube der Brücke fällt, abgesehen vom *Fasciculus longitudinalis dorsalis*, dem *Trapezium* und *Lemniscus medialis*, jeder Unterschied zwischen zwei Theilen der *Substantia reticularis* weg und finden sich die kolossalen Zellen besonders gern neben der *Raphe* und in dieser selbst, oft so, dass sie ihre Dendriten nach beiden Seiten abgeben. Was die kleineren Zellen der *Subst. reticularis* anbelangt, so verhalten sich dieselben, was Lage und Dendriten anbelangt, den andern gleich, nur finden sich unter ihnen neben multipolaren, auch zahlreiche spindelförmige Elemente.

Fig. 517.

Die Achsencylinder aller dieser Zellen, der grossen, wie der kleinen, verlaufen fast ohne Ausnahme in erster Linie horizontal in allen Richtungen der Querebene, kreuzen auch sehr oft die *Raphe* und zeigen in diesem Verlaufe einmal viele gabelige Theilungen und dann auch zahlreiche feinere und gröbere

Fig. 517. Querschnitt durch die Mitte der *Medulla oblongata* einer neugeborenen Katze, *Golgi*. Nur die Zellen der *Substantia reticularis* dargestellt; mittlere Vergrösserung.

Collateralen (Fig. 518, 519). Nach einem kürzeren oder längeren, oft sehr langen Verlaufe biegen sich dieselben dann um, werden zu Längsfasern der *Substantia reticularis* und geben als solche unzweifelhaft wiederum zahlreiche Collateralen ab, da Längsschnitte ergeben, dass alle diese Fasern mit solchen versehen sind. Was die gabligen Theilungen betrifft, von denen die Fig. 518 und 519 eine gute Vorstellung geben, so finden sich neben solchen mit ungleich starken Aesten, auch solche deren Schenkel dieselbe Dicke besitzen und bei diesen kann es wohl in Frage kommen, ob dieselben nicht in zwei markhaltige Nervenfasern übergehen, wie dies auch beim Rückenmarke vorkommt.

Fig. 518.

Was nun das letzte Ende der Fasern betrifft, die von diesen zerstreuten Zellen der *Substantia reticularis* entspringen, die als Strangfasern der *Medulla oblongata* zu bezeichnen und ihrer Bedeutung nach ganz mit denen des Rückenmarks zusammenzustellen sind, so ist bei Beantwortung dieser Frage vor allem zu betonen, dass die Längsbündel der *Substantia reticularis* immer mehr abnehmen, je mehr man den cerebralen Theilen der Brücke und den Hirnstielen sich nähert, bis sie endlich in der Gegend der proximalen Vierhügel fast ganz verschwinden. Auf der andern Seite nehmen gewisse Fasermassen der Haube in derselben Richtung an Umfang zu, wie die mediale Schleife, oder bilden sich erst hier, wie die laterale Schleife. Was liegt somit näher, als anzunehmen, dass die fraglichen Bündel an diese grösseren Längszüge sich anschliessen?

Eine bestimmtere Beantwortung dieser Frage verdanken wir *Bechterew*. Nachdem er, wie oben dargelegt wurde, die Endigungen der aus dem Rücken-

Fig. 518. Ein Theil der *Substantia reticularis* der Haube der *Medulla oblongata* einer neugeborenen Katze in der Höhe der kleinen Oliven. Starke Vergr., *Golgi*. Man sieht 1. Bündel von Längsfasern, quer und schief getroffen, 2. Lang dahin ziehende Achsencylinder-Fortsätze der grossen Zellen mit Theilungen und Abgabe von Collateralen und 3. viele feinste Verästelungen von Collateralen.

marke in die *Oblongata* übertretenden Fasern bis zu gewissen Zellenansammlungen verfolgt hatte, suchte er auch zu ermitteln, mit welchen höheren Gebilden diese Kerne zusammenhängen. Hierbei ergab sich, dass der *Nucleus reticularis tegmenti* ein wichtiger Knotenpunkt ist. Hier finden sich einmal Fasern, die zu einer gewissen Abtheilung der Brücke treten (s. unten) und ausserdem noch drei andere Verbindungen und zwar a) mit dem distalen Vierhügel durch Fasern, die den medialen Abschnitt der lateralen Schleife bilden b) mit dem Hauptttheile der medialen Schleife und c) mit dem medialen feinfaserigen Abschnitte der oberen oder medialen Schleife.

Somit wäre doch wenigstens die Frage nach den Endigungen der Strangfasern, die in der *Oblongata* selbst entspringen, zum Theil gelöst und ergiebt sich als Gesammtresultat, dass die Reste der Rückenmarksstränge, die in die *Oblongata* übergehen, zu den Zellen derselben (meinem *Nucleus magnocellularis diffusus*) ähnliche Beziehungen eingehen, wie dieselben zwischen den Dorsalsträngen und den Kernen der *Fasciculi graciles* und *cuneati* bestehen. Immerhin liegt hier der bedeutende Unterschied vor, dass im letztern Falle eine centripetale sensible Leitung II. Ordnung besteht, im ersteren eine III. Ordnung, die aus folgenden Gliedern sich zusammensetzen würde: Sensible Wurzelfasern oder Collateralen von solchen (Leitung I. Ordnung); Strangzellen des Markes — Strangfasern (Leitung II. Ordnung); Zellen der *Medulla oblongata* — Strangfasern der *Oblongata* (Leitung III. Ordnung); Gehirnzellen. Weitere Komplikationen bei diesen Leitungen ergeben sich wohl daraus, dass auch in der *Oblongata* die Strangzellen sicherlich beeinflusst werden durch Collateralen oder Endigungen der sekundären cerebralen Bahnen der sensiblen Kopfnerven und ihrerseits auch auf motorische Kerne einzuwirken im Stande sind.

Fig. 519.

Fig. 519. Gegend der *Raphe* von derselben Serie und Gegend, wie Fig. 518, mit denselben Elementen; viele nervösen Zellenfortsätze kreuzen die *Raphe*.

C. *Corpus restiforme* oder *Pedunculus cerebelli.*

Die allgemeinen Verhältnisse dieses Faserzuges sind oben schon geschildert worden und frägt es sich nun, ob es möglich ist, weiter in die Einzelheiten des Ursprunges und des Verlaufes dieser Theile einzudringen. In dieser Beziehung sind in neuester Zeit Arbeiten von *Mingazzini* erschienen, welche die ganz neue und sehr wichtige Frage stellen, in wie weit die Pyramiden-Kerne (*Nuclei arciformes*) bei den Beziehungen zwischen dem kleinen Gehirne und der *Medulla oblongata* und *spinalis* betheiligt seien. Man weiss schon lange, dass Entfernung Einer Hälfte des kleinen Gehirns auffallende Störungen der Bewegungen veranlasst, ohne dass wirkliche Lähmungen eintreten, und versuchte bisher diese Erscheinungen durch Beziehungen des kleinen Gehirns zum grossen Gehirne, d. h. den motorischen Centren desselben, durch den Bindearm zu erklären. Da jedoch der Bindearm nach Exstirpation des Grosshirns nicht atrophirt und eine halbseitige Entfernung des kleinen Hirns keinen Einfluss auf das Grosshirn äussert, so ist klar, dass diese Erklärung unmöglich richtig sein kann. *Mingazzini* hat nun versucht, die genannten Beziehungen dadurch zu erklären, dass er annimmt, dass der *Pedunculus cerebelli* durch besondere Fasern mit den Pyramidenkernen der gekreuzten Seite zusammenhänge und diese Annahme durch einen Fall gestützt, in welchem bei einem Paralytiker mit *Syringomelie* das *Corpus restiforme* der rechten Seite in hohem Grade atrophirt und in Folge dessen ein bedeutender Theil der *Fibrae arcuatae* zu Grunde gegangen war, vor allem auch in den Pyramiden endende Fasern derselben.

Fig. 520.

Der oben erwähnte Fall veranlasste *Mingazzini* zu einem genaueren Studium der *Fibrae arcuatae* und gebe ich hier an der Hand des von ihm aufgestellten, etwas veränderten Schemas (Fig. 520) eine kurze Schilderung des von ihm Gefundenen.

Die *Fibrae arcuatae* zerfallen in folgende Unterabtheilungen:

I. Aus den Dorsalsträngen kommende Fasern. Dieselben zerfallen a) in *Fibrae interreticulares dorsales fai* (dorsale Schleifenfasern, *ich*), welche in die entgegengesetzte Schleife übergehen, b) *Fibrae interreticulares ventrales fai'*, die

Fig. 520. Schema von *Mingazzini*. *fai Fibrae interreticulares dorsales*; *fai' Fibrae interreticulares ventrales*; *l Systema lemniscale* der *Fibrae arcuatae peripyramidales dorsales sd'*; *rt'* und *it'* Cerebello-Olivarfasern; *rt* und *it* Gekreuzte Cerebello-Pyramidenfasern; *r' Fibrae peripyramidales mediales*; *sd Fibrae peripyramidales dorsales*; *sv Fibrae peripyramidales ventrales*; *pt Fibrae cerebello-olivares zonales*; *pt' Fibrae cerebello-pyramidales* übergehend in *fpo Fibrae periolivares*; *r* Endigung derselben in der Pyramide; *nlt Nucleus lateralis* mit *Fibrae periolivares fpo* und *la* Endigungen derselben in der Pyramide; *na Nucleus arciformis*; *cr Corpus restiforme*; *cp* Dorsalstränge; *pir* Schleifenfasern; *raV* Quintuswurzel.

im ventralsten Theile der *Raphe* sich kreuzen (ventrale Kreuzung der *Raphe*) und das „*Systema lemniscale*“ des ventro-medialen und eines Theiles des dorsalen Abschnittes der *Fibrae arcuatae peripyramidales* der entgegengesetzten Seite bilden (*l, sd'*).

II. Zum *Pedunculus cerebelli* oder *Corpus restiforme* gehörende Fasern:

a) Cerebello-Olivarfasern (*rt'* und *it'*), welche an der dorsalen Seite und durch die sensible Quintuswurzel *ra V* verlaufen (*Fibrae retro et intertrigeminales Ming.*), den dorsalen Theil des *Lemniscus* durchziehen und durch den *Hilus* in die contralaterale Olive eingehen.

b) Gekreuzte Cerebello-Pyramidenfasern (*rt* und *it*) welche ebenso, wie die von a) zum *Trigeminus* verlaufend, in der ventralen Kreuzung der *Raphe* auf die andere Seite treten und als *Fibrae arcuatae peripyramidales mediales r'* verlaufend als *Fibrae peripyramidales dorsales sd* und *ventrales sv* enden.

c) *Fibrae cerebello-olivares zonales* (*pt*) kommen vom *Pedunculus cerebelli*, ziehen als „*praetrigeminales centrales*“ an der lateralen Seite des *Quintus* vorbei und bilden das *Stratum zonale* der Olive derselben Seite.

d) Cerebello-Pyramidenfasern derselben Seite (*pt'*) kommen vom *Pedunculus cerebelli*, ziehen als *Fibrae praetrigeminales marginales* lateral um die Olive herum (*f p o*) (*Fibrae* (*peri*) *circumolivares Mingazzini*) und gehen in den ventro-lateralen Abschnitt der *Fibrae peripyramidales* (*r*), und in die Pyramide derselben Seite ein.

e) *Fibrae arcuatae pyramidalzs e Nucleo laterali* (*nlt, la*) verlaufen wie die vorigen, enden auch auf derselben Seite. Nicht erwähnt werden von *Mingazzini*

III. Aus dem Seitenstrange kommende Cerebellarfasern (Kleinhirnseitenstrangbahn) und

IV. Aus dem Dorsalstrange kommende solche Elemente (Dorsalstrangkleinhirnbahn).

Dagegen zeichnet er Fasern aus den Kernen des 8., 10. und 12. Nerven, die in der *Raphe* sich kreuzen und die er *Fibrae afferentes* nennt. Diese Elemente des 10. und 12. Nerven sind sekundäre centripetale Bahnen, wie die Schleifenfasern, was dagegen die *Fibrae afferentes* des *Hypoglossus* bedeuten sollen, wenn nicht zuleitende Pyramidenbahnen oder sensible Bahnen von Kopfnerven, ist mir nicht klar.

Aus der gegebenen Darstellung geht somit hervor, dass *Mingazzini* Beziehungen der Dorsalstränge und des *Corpus restiforme* zu den gekreuzten Pyramiden annimmt und eben solche des *Corpus restiforme* und des *Nucleus lateralis* zu den Pyramiden derselben Seite, ferner Beziehungen des *Corpus restiforme* zur gekreuzten Olive.

Fragen wir nun, diese Annahmen als richtig vorausgesetzt, erstens ob aus den Beobachtungen von *Mingazzini* etwas Bestimmtes über den Faserverlauf in den Oliven sich herausstellt, so ist es nur das, dass die Olive mit dem gekreuzten *Corpus restiforme* in Beziehung steht. Ueber die wichtige Frage dagegen, ob die *Fibrae Cerebello-olivares* in der Olive von den Zellen dieses Organes entspringen oder in derselben enden, erfahren wir nichts, ebensowenig über den anderen sehr bedeutungsvollen Punkt, woher die Binnenfasern der Olive abstammen.

Sehr wichtig ist dagegen, wie schon oben betont wurde, die von *Mingazzini* bestimmt nachgewiesene Verbindung gewisser *Fibrae arcuatae* mit den Pyramiden, d. h. den Pyramidenkernen oder den *Nuclei arciformes Henle, sive arcuati.* Dass in diesen Kernen *Fibrae arcuatae* entstehen, wurde allerdings bereits vor langer Zeit von mir (Gewebelehre 5. Aufl. 1867 S. 287) und von *Henle* (Neurologie 1868 S. 193) angegeben und betonte ich noch besonders, dass aus diesen Kernen theils *Fibrae transversales externae anteriores*, theils parallel der *Raphe* verlaufende Züge entstehen; allein vollgültige Beweise, soweit eine pathologische Erfahrung solche zu geben vermag, verdanken wir

doch erst *Mingazzini.* Im Einzelnen ist nun freilich noch manches dunkel, wie das folgende ergeben wird.

In erster Linie füge ich dem Thatsächlichen nachfolgendes bei. Bei älteren menschlichen Embryonen, bei denen die Pyramiden noch marklos sind (7. 8. Monat) dringen von der Gegend des ventralen Olivenblattes oder vom *Stratum zonale,* dann auch von der Gegend der *Raphe* stärkere oder schwächere markhaltige Bündel in die Pyramiden, welche in denselben zum Theil horizontal als *Fibrae peripyramidales ventrales et mediales,* theils schief, theils auch longitudinal verlaufen und oft in einer solchen Menge vorkommen, dass man sich erstaunt frägt, was dieselben bedeuten (s. Fig. 515). Jetzt bin ich nicht im Zweifel, dass diese meines Wissens bis jetzt nur von *A. Bruce* gesehenen und Pl. V. VI. gut abgebildeten Fasern zu den Elementen zählen, die im Sinne von *Mingazzini* in den *Nuclei arciformes* entspringen oder enden. Aehnliche Faserbildungen hat *Mingazzini* (*Nucleus arciformis* in Atti della R. Accad. die Roma 1889) von Embryonen und Kindern dargestellt (Fig. 6—9). Derselbe unterscheidet an den *Fibrae arcuatae peripyramidales* eine dorsale und eine ventrale Schicht, zwischen welchen der *Nucleus arciformes* seine Lage hat. Die letztere findet sich in der ganzen Höhe des Kernes, während die erstere nur in den distalen Theilen desselben bis zur Eröffnung des Centralkanals angetroffen wird. Ein fernerer Unterschied dieser beiden Lagen ist der, dass die dorsale Lage früher ihr Mark erhält (Fig. 4) und zahlreiche Verästelungen in das Innere der Pyramiden entsendet (Fig. 6—9), auch mit der Kleinhirnseitenstrangbahn zusammenzuhängen scheint (Fig. 4 und 5). *Mingazzini* vermuthet ferner, dass die Fasern des ventralen Bündels von den Zellen des *Nucleus arcuatus* entspringen und stützt dieselbe durch die Thatsache, dass bei den Säugern (Kaninchen, Katze, Hund, Maus, Maulwurf), die nach *Stieda* keinen *Nucleus arciformis* haben, auch die *Fibrae arcuatae ventrales superficiales* fehlen. In Betreff der Fasern des dorsalen Bündels, die in die Pyramiden ausstrahlen, ist ebenfalls ein Ursprung im *Nucleus arcuatus* möglich.

Diesen Darstellungen und Hypothesen von *Mingazzini* füge ich nun noch folgendes bei. Einmal enthält der *Nucleus arcuatus,* wie verschiedene Autoren erwähnen und leicht zu sehen ist, um seine Zellen herum einen so dichten Filz von feinen und feinsten Fäserchen, dass er an *Weigert*'schen Präparaten nahezu eben so dunkel erscheint, wie der Hypoglossuskern, ein Verhalten aus dem mit Sicherheit geschlossen werden kann, dass derselbe nicht nur Faserursprünge von seinen Zellen, sondern auch Endverästelungen einer zuleitenden Bahn enthält. Zweitens zeigen die Nervenfasern in diesem Kerne ein so typisches Verhalten, dass schon hieraus geschlossen werden kann, wie der Faserverlauf in demselben sich gestaltet. An der lateralen Seite desselben dringen von den peripyramidalen *Fibrae arcuatae* eine Menge kleiner Bündel in den Kern ein, ebenso aus den angrenzenden Pyramidentheilen, die jedoch nicht von diesen abstammen, sondern von den Zonalfasern der Oliven. Im *Nucleus* nun löst sich der grösste Theil dieser Fasern in feine Verästelungen auf, während an der medialen Seite desselben aus dem Fasernetze neue Stämmchen auftauchen, die den Fasern sich beigesellen, die an der Seite der ventralen Spalte in die *Raphe* eintreten oder dort sich kreuzen (Fig. 521). In sehr vielen Fällen ist beim Erwachsenen der Unterschied der oberflächlichen *Fibrae arcuatae*

in der ventralen Spalte und an der lateralen Seite des *Nucleus arcuatus* so gross, wie 4—5 : 1 und noch mehr, so dass ohne weiteres ersichtlich ist, dass hier medianwärts ein sehr grosser Faserzuwachs stattfindet (Fig. 521 *l* und *m*).

Diesem zufolge kann ich nun meine Ansicht über den Faserverlauf in den *Nuclei arcuati* in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Es ist kein Grund für die Annahme vorhanden, dass in diesen Kernen Pyramidenfasern entspringen.

2. In diesen Kernen enden *Fibrae circumolivares* und *Fibrae restiformales* derselben Seite (siehe das Schema von *Mingazzini fpo* und *pt'*).

3. In denselben entspringen sich kreuzende Fasern zum kleinen Hirn (*Mingazzini rt. it* und *r' sd*).

4. Möglicherweise enden in denselben auch Schleifenfasern gekreuzt aus den Dorsalstrangkernen (*Mingazzini fai, l, sd'*). An der medialen Seite

Fig. 521.

der *Nuclei arcuati* finden sich zwar vorwiegend entspringende Fasern, doch könnte unter denselben auch ein geringer Antheil von Endverästelungen sein.

Wären diese Aufstellungen richtig, so würden die *Nuclei arcuati* die eine Kleinhirnhälfte mit der andern in Verbindung bringen, eine Funktion, die ja auch den *Nuclei pontis* zugeschrieben werden muss, die, wie ich gegen *Mingazzini* bemerke, unmittelbar an dieselben sich anschliessen (s. S. 208).

Den im Vorigen geschilderten Beziehungen des *Corpus restiforme* oder *Pedunculus cerebelli* füge ich nun noch das an, was die Beobachtungen von *Bechterew* ergeben haben (Neurol. Centralbl. 1885 und Archiv für Anat. 1893, pag. 227). Derselbe hat durch Untersuchung des Auftretens des Nervenmarks bei Embryonen bewiesen, dass der Kleinhirnstiel aus sechs verschiedenen Systemen sich zusammensetzt und zwar:

1. Aus der Kleinhirnseitenstrangbahn. Diese Fasern treten bei Embryonen von ca. 25 cm Länge auf und bilden den Kern des Strickkörpers.

Fig. 521. Querschnitt durch den *Nucleus arciformis na* der linken Seite des Menschen aus der Gegend des distalen Endes der Olive; *m* mediale, *l* laterale Seite; *v Fibræ peripyramidales ventrales*, *d dorsales*; *p Pyramis*. Mässige Vergr., *Weigert*.

2. Aus Fasern vom gleichseitigen *Nucleus funiculi cuneati.* Bei Föten von 26—28 cm legen sich dieselben der dorsalen Seite der erstgenannten an.

3. Aus Elementen, die vom *Nucleus lateralis* derselben Seite abstammen. Bei Föten von 30—33 cm Länge sich entwickelnd nehmen dieselben den ventralen Theil des *Corpus restiforme* ein.

4. Aus Fasern der *Nuclei funiculi gracilis* der entgegengesetzten Seite bei Föten von 38—40 cm. Diese Fasern laufen theils um die Pyramiden herum, theils durch dieselben, theils im *Stratum zonale* der Oliven, sammeln sich am lateralen Rande der Olive und treten von der Ventralseite an das *Corpus restiforme* heran.

5. Aus dem gleichseitigen *Nucleus funiculi gracilis* als *Fibrae superficiales dorsales,* wie die von 2.

6. Am Ende des Fötallebens entsteht noch die Verbindung mit der kontralateralen Olive. — Weder die Pyramiden noch der *Acusticus* und *Trigeminus,* noch die *Formatio reticularis* haben nach *Bechterew* Beziehungen zum kleinen Gehirne. Man vergleiche hier das S. 269 vom *Nervus vestibularis* Bemerkte.

Im Cerebellum vertheilt sich nach *Bechterew* das *Corpus restiforme* mit drei scharfgetrennten Bündeln. Das erste enthält die Fasern aus der Kleinhirnseitenstrangbahn, aus dem *Nucleus Fun. cuneati* und aus dem *Nucleus lateralis,* welche den markhaltigen Theil des Strickkörpers bei 38 cm langen Föten bilden

Dieses Bündel lässt dorsalwärts und cerebralwärts verlaufend das *Corpus dentatum* an seiner lateralen Seite und endigt mit seinem Rückenmarks- und *Funiculus cuneatus*-Antheil im cerebralen Theile des Oberwurms derselben Seite (siehe auch *Monakow* in Arch. f. Psych. Bd. XIV), während der vom Seitenstrange abstammende Theil durch die grosse proximale Kommissur durchziehend auf der andern Seite sein Ende erreicht.

Ein zweites vom *Nucleus funiculi gracilis* abstammendes Bündel umgiebt lateralwärts das *Corpus dentatum* und tritt in das mittlere Gebiet des gleichseitigen Oberwurms.

Ein drittes Bündel, die Kleinhirn-Olivenfasern, verläuft zwischen den vorigen, z. Th. spinalwärts von denselben und tritt in die graue Substanz des *Nucleus dentatus,* vielleicht z. Th. auch unmittelbar zur Rinde.

D. Die Schleifenfasern.

Die mediale Schleife, deren Bildung aus den Kernen der Dorsalstränge des Markes und aus den Endkernen der sensiblen Nerven der *Oblongata* mit Einschluss des *N. vestibuli* in früheren §§ beschrieben wurde und die wir als eine sensible Bahn II. Ordnung deuteten, hat *Bechterew* an Embryonen auf das Markhaltigwerden ihrer einzelnen Theile untersucht und hierbei folgende Hauptergebnisse erhalten (Verh. d. sächs. Ges. d. Wissensch. 1885 S. 244): Der *Lemniscus medialis* enthält überwiegend Fasern, die aus den Kernen des *Funiculus cuneatus* und *gracilis* herkommen. Die aus den ersteren stammenden enden in gewissen Bezirken der *Formatio reticularis* von Pons und Vierhügelgegend, im *Nucleus Lemnisci lateralis* und im Linsenkerne. Die von den *Funiculi graciles* kommenden Theile enden entweder im *Thalamus* oder gehen

(nur theilweise?) ununterbrochen durch die innere Kapsel in den Stabkranz und zur Rinde des Scheitellappens.

Fig. 522.

Meine Untersuchungen über den *Lemniscus medialis* ergeben soviel, dass derselbe mit wesentlich gleich bleibender Stärke in die Hirnstiele und die Vier-

Fig. 522. Frontalschnitt der *Medulla oblongata* und der Brücke des Menschen 2 : 1 Nr. 146 der Serie; *Weigert*. Mit der Lupe wegen gewissen Nervenwurzeln zu betrachten. *H* Hypoglossuswurzeln; *VI Abducens*; *VII*[1] Facialiskern; *VII*[2] Austretende Facialiswurzel; *Vs* Austretende sensible Wurzeln des *Quintus*; *Vm* Austretende motorische Wurzeln des *Quintus*; *III* Oculomotoriuswurzelfasern; *Tr* Trapezfasern; *Om Oliva minor*; *Lm Lemniscus medialis*; *Ll Lemniscus lateralis*; *Crm* Brückenarm des kleinen Hirns; *Bk* Bindearmkreuzung; *Nr Nucleus ruber*.

hügelgegend eintritt, wie eine Vergleichung meiner Fig. 460 mit den Fig. 457 und 459 und die Fig. 522 ergiebt. Ich kann daher auch die Fig. 131 von *Obersteiner* in dieser Beziehung nicht als zutreffend ansehen und muss mich der Ansicht von *Flechsig* und *Hösel* anschliessen, dass der Hauptantheil ($^5/_6$ nach diesen Autoren) dieser Schleife in das grosse Hirn (in die Centralwindungen) gelangt. Doch giebt auch *Obersteiner* ganz bestimmt an, dass die mediale Schleife im Aufsteigen zur Brücke und in derselben ein nahezu stetiges Anwachsen zeige, welches, abgesehen von dem Anschlusse von cerebralen Leitungen der sensiblen Endkerne, möglicherweise auch von einem Anschlusse an Brückenfasern aus dem Kleinhirne (*Mingazzini*) herrühre. Zu diesen Fasern gesellen sich dann auch im Sinne von *Edinger* centrale Bahnen sensibler Rückenmarksnerven, die in den Vorderseitenstrangresten zur *Medulla oblongata* aufsteigen (siehe oben sub B).

Von der lateralen Schleife ist schon beim *Acusticus* das Wichtigste angegeben worden.

Dass die Schleifenfasern aus den Kernen der Dorsalstränge abstammen, wurde zuerst von mir nachgewiesen (Gewebelehre 5. Aufl. S. 287). Ich liess dieselben damals zwischen den Oliven in die *Raphe* sich begeben. Dass diese Fasern in die Olivenzwischenschicht eintreten, bewies dann viel später *Edinger* (Neurolog. Centralblatt 1885 Nr. 4).

E. Die Brückenkerne.

Von diesen bis jetzt sehr vernachlässigten Elementen hat nur *Livio Vincenzi* von *Golgi*'schen Präparaten in seiner Morfologia cellulare 1885 (Abh. d. Turiner Akad. 2. Ser. Bd. 37) zwei Abbildungen gegeben (Taf. I Fig. 1 und Taf. II Fig. 2) und die betreffenden Zellen als sehr klein (von 15—20 μ) und meist spindelförmig oder dreieckig bezeichnet. Ich kenne diese Zellen von der Katze und dem Kaninchen ebenfalls von versilberten Stücken und kann die Schilderung von *Vincenzi* voll bestätigen. Ausserdem aber ergaben mir diese und *Weigert*'sche Objekte die fernere, schon *Bechterew* (Neurol. Centr. 1885 S. 124) bekannte Thatsache, dass auch diese Kerne, wie die *Nuclei arciformes* der Pyramiden, die mit denselben im Baue ganz übereinstimmen, von einem reichlichen Geflechte von feinen Fäserchen durchzogen sind.

Zur Ermittlung des Faserverlaufes in der offenbar sehr wichtigen Brücke dienten bis jetzt neben allgemeinen Erwägungen vorzüglich Experimente und pathologische Erfahrungen und die Verfolgung der Markbildung der Brückenfasern im Sinne von *Flechsig*. Zu den ersten zählt die Thatsache, dass in den Basaltheilen der Brücke ein grosser Zuwachs von Fasern zu den Pyramiden statthaben muss, weil die Hirnstiele viel mehr longitudinale Fasern ausführen, als die Pyramiden hereinleiten (Fig. 511). Ferner ergiebt eine Vergleichung des Querschnittes des *Crus cerebelli ad pontem*, dass derselbe viel bedeutender ist, als der Querschnitt der Basis des *Crus cerebri*, namentlich nach Abzug der Pyramidenbahnen, so dass ersichtlich wird, dass ein Theil der Kleinhirnfasern in der Brücke bleiben muss, wenigstens nicht in andere Theile übertritt. Endlich ergiebt die Analyse der ungemein zahlreichen Brückenkerne, dass in denselben einerseits eine grosse Menge von Nervenfasern entspringen, andererseits aber auch in denselben enden.

In Betreff des genaueren Verhaltens des Faserverlaufes in der Brücke haben bis jetzt eigentlich nur Untersuchungen von *Bechterew* und von *Mingazzini* Anhaltspunkte ergeben. *Bechterew* (Neurol. Centralbl. 1885 S. 121) hat an wenige Wochen alten Kindern nachgewiesen, dass die Brückenbahn mit Bezug auf die Markbildung in zwei Systeme zerfällt, ein um diese Zeit noch markloses, cerebralwärts gelegenes und ein in dem spinalen Theile der Brücke gelegenes bereits markhaltiges. Das letztere oder das spinale System *Bechterew*'s geht mit einem Theile in der tiefen Querfaserlage der Brücke auf die andere Seite und verliert sich da in den Brückenkernen, ein zweiter liegt oberflächlich und endet auf derselben Seite. Ausserdem verlaufen von diesem spinalen Systeme zahlreiche Fasern zum Theil in dicken Bündeln zur *Raphe* und gelangen zwischen den *Lemnisci* hindurch in das Gebiet der Haube, wo dieselben seitlich in die *Substantia reticularis* und vor allem in den *Nucleus reticularis tegmenti Bechterew*'s ausstrahlen. *Bechterew* nimmt nun an, dass diese Raphefasern zu den Zellen dieses Kernes in Beziehung stehen, welche wiederum longitudinale Fasern der *Substantia reticularis* entsenden. Da nun spinalwärts vom *Nucleus reticularis* die Haube viel mehr Längsfasern enthalte, als cerebralwärts von demselben und diese Längsfasern in die Vorderstranggrundbündel und Seitenstrangreste sich verfolgen lassen, so folgert *Bechterew* weiter, dass möglicherweise im spinalen Systeme der Brückenfasern eine Bahn vorliege, welche Uebertragungen vom Kleinhirne auf motorische Nerven des Rückenmarks vermittle.

Das cerebrale System der Brückenschenkel überschreitet mit dicken Bündeln die Mittelebene, während auf der gleichen Seite keine solchen in die Augen fallen. Wahrscheinlich stehen diese gekreuzten Fasern durch graue Substanz mit den nicht den Pyramiden angehörenden medialen und lateralen Pedunculusfasern in Verbindung.

Die Beziehungen dieser beiden Bahnen des Pons sind nach *Bechterew* folgende. Das spinale System geht aus der Rinde der dorsalen Fläche der Hemisphären und des Wurmes hervor und das cerebrale endigt in der Rinde des unteren Theiles des lateralen Abschnittes der Hemisphären und zwar im distalen, basalen und lateralen Bezirke; nur ein geringer Theil seiner Elemente geht zur dorsalen Fläche vorwiegend der Hemisphären, weniger des Wurmes.

Mingazzini's Beobachtungen beziehen sich auf die oben schon erwähnte Schnittserie von einem neugeborenen Kaninchen, dem *Gudden* den linken Kleinhirnschenkel zur Brücke durchschnitten hatte. Bei demselben fanden sich ausser den gleich zu erwähnenden Veränderungen der Brücke, Atrophie der rechten grossen Olive, des *Nucleus funiculi cuneati sinistri*, des linken *Corpus restiforme*, der linken Kleinhirnseitenstrangbahn, des linken *Flocculus* und des *Lemniscus lateralis* und seines Kernes. An der Brücke waren im distalen Theile rechts alle Querfasern erhalten, von denen ein Theil die Medianebene ein wenig überschritt, während der andere Theil derselben ganz ermangelte. In den proximalen Theilen überschritten die Querfasern die Medianebene je länger umsomehr, bis sie endlich nahe an die Eintrittsstelle des *Crus ad pontem* gelangten. Die graue Substanz verhält sich so, dass sie in den distalen Theilen auf der operirten Seite grösstentheils atrophisch ist, während in den proximalen Theilen die Atrophie derselben auf beiden Seiten gleich ist, woraus geschlossen werden darf, dass im distalen Theile der Brücke die Querfasern wesentlich mit

den grauen Kernen derselben Seite in Verbindung stehen, in den proximalen mit den Kernen beider Seiten, woraus ferner hervorgeht, dass hier eine stärkere Kreuzung der Querfasern sich findet, als weiter spinalwärts. Kommissurenfasern, die *Gudden* annimmt, leugnet *Mingazzini*, weil in keinem Theile der gesunden rechten Hälfte der Brücke eine Atrophie von Querfasern zu beobachten war. Die zur *Raphe* aufsteigenden Fasern fanden sich in dem von *Mingazzini* untersuchten Falle in den distalen Theilen des Pons auch verändert (lc. Fig. 8) und zwar waren atrophirt links die medialen und rechts die lateralen Fasern einer Hälfte der *Raphe*, von denen die letzteren mit den oberflächlichen, die erstern mit den tiefen Querfasern der Brücke in Verbindung stehen. Mit der Schilderung des Verlaufes dieser Fasern von *Bechterew* stimmt *Mingazzini* nicht überein, denn es war in seinem Falle der *Nucleus reticularis tegmenti* und die *Substantia reticularis* auf beiden Seiten gleich beschaffen, dagegen auf der operirten Seite der *Lemniscus lateralis* fast ganz atrophirt bis zu den Schnitten vom proximalsten Theile des spinalen Hügelpaares, so dass *Mingazzini* geneigt ist, einen Uebergang dieser Raphefasern durch den genannten *Lemniscus* bis in die Nähe des cerebralen Hügelpaares anzunehmen.

Mit Hinsicht auf die Beziehungen des *Pes pedunculi* zu den Querfasern der Brücke erlaubt sich *Mingazzini* keine Hypothese und führt nur an, dass ebenso wenig als Fälle von Degeneration des Brückenarms bei Zerstörung des Hirnschenkelfusses bekannt sind, eine Durchschneidung des *Crus ad pontem* eine Alteration am *Pedunculus* bewirke, wie der von ihm beschriebene Fall von *Gudden* sicherer beweise, als frühere, von *Gudden* und *Veyas*. Jedenfalls müsse somit, wie auch *Bechterew* annehme, diese Verbindung eine indirekte sein, wenn sie bestehe.

Suchen wir nun aus den angeführten Thatsachen uns ein Bild über den Faserverlauf in der Brücke zu machen, so möchte ich davon ausgehen, dass in den Brückenschenkeln des Cerebellum nur zwei Fasersysteme enthalten sind und zwar einmal ein centrifugales, bestehend aus den Fasern, die aus den *Purkinje*'schen Zellen entspringen, und zweitens ein centripetales, welches die Elemente enthält, die in den weissen Markblättern des *Arbor medullaris* in der grauen Rinde sich verästeln (s. beim kleinen Gehirne). Ich nehme nun an, dass die *Purkinje*'schen Zellen als die einzigen centrifugalen weitreichenden Elemente oder *Neurodendren* des Cerebellum in der Brücke in doppelte Beziehungen treten, einmal zum grossen Gehirne durch die Hirnstiele und zweitens zur contralateralen Hälfte des Organes. Beiderlei Beziehungen würden durch die Brückenkerne vermittelt, an welchen oder um welche Endverzweigungen der *Purkinje*'schen Nervenfasern anzunehmen wären. Von den so beeinflussten Zellen der Brückenkerne aus würden dann centripetale Leitungen führen einmal auf die andere Kleinhirnseite und zweitens in den *Pes pedunculi* und weiter zum grossen Hirne und zwar die letzteren gekreuzt und ungekreuzt. Bei dieser Hypothese würde somit das *Crus medium* wesentlich dazu dienen Einwirkungen des kleinen Hirns auf das grosse zu übertragen, und müssten Beziehungen der andern Theile des centralen Nervensystems auf das kleine Gehirn einmal dem *Pedunculus cerebelli* und zweitens dem Bindearme zugetheilt werden, ob als einzige Leistungen ist freilich eine andere Frage.

F. Nervöse Ependymfasern oder Fasern des centralen Höhlengrau (Längsfasern von *Schütz*).

Es ist das Verdienst von *H. Schütz* auf die im Ependym oder, wenn man will, unter demselben vorkommenden sehr zahlreichen Nervenfasern das Augenmerk gelenkt und diese bisher so vernachlässigten Elemente einer sorgfältigen näheren Untersuchung unterzogen zu haben. Den Namen „dorsales Längsbündel“, den *Schütz* einem Haupttheile dieser Elemente gegeben hat, kann ich nicht annehmen, da ich das „hintere Längsbündel“ der Autoren mit demselben bezeichnete, ich würde denselben aber auch sonst nicht für passend erachten können, da die betreffenden Fasern keine stärkeren Längsbündel bilden, sondern meist in allen möglichen Richtungen verlaufen.

Auf die Einzelangaben von *Schütz* vermag ich um so weniger einzugehen, als derselbe offenbar unter den Namen Kerngrau, netzförmiges

Fig. 523.

Grau und dorsales Längsbündel, mit welchen er die besonderen Arten der nervösen Elemente im centralen Höhlengrau bezeichnet, sehr verschiedenartige Dinge vereint. Vor allem zieht derselbe die feinen Nervengeflechte in den motorischen Kernen und gewissen sensiblen Endkernen (*Vagus, Acusticus*) heran und lässt dieselben mit seinem Längsbündel in Verbindung stehen, was ich nicht unterschreiben kann. Diese Geflechte stammen, wie wir sahen, wesentlich einmal aus den Enden der Pyramidenbahnen und zweitens aus den sensiblen Endkernen und in dieser Weise ist auch das so sehr auffallende Geflecht

Fig. 523. Querschnitt durch den dorsalen Theil des Mittelhirns mit den proximalen Vierhügeln von einem neugeb. Kaninchen. *Golgi.* Geringe Vergr. Im centralen Höhlengrau und zwischen den tiefen Bogenfasern viele multipolare Zellen. Die rothen Linien sind theils Achsencylinderfortsätze von Zellen, theils Collateralen von Bogenfasern.

im Hypoglossuskerne zu deuten. Doch will ich nicht bestreiten, dass die oberflächlichsten Elemente dieses Kernes und der Kerne des *Vagus* und *Acusticus* nicht möglicherweise zu dem *Schütz*'schen Längsbündel zu zählen sind. Dass aber andere, ebenso dichte Geflechte, wie im *Nucleus ventralis acustici*, im Facialiskerne und motorischen Trigeminuskerne mit nervösen Ependymfasern nichts zu thun haben, halte ich für sicher.

Bei weiteren Untersuchungen über das Längsbündel von *Schütz* und die nervösen Ependymfasern überhaupt wird das Hauptgewicht darauf zu legen sein, die Herkunft dieser Fasern, mit andern Worten ihre Ursprungszellen zu ermitteln, was nur an Präparaten nach *Golgi* geschehen kann. An solchen Präparaten habe ich bei neugeborenen und jungen Katzen das centrale Höhlengrau um den *Aquæductus* herum in allen Gegenden mit Zellen verschiedener Grösse und Form sehr reichlich versehen gefunden (Seite 226) und werde ich im 2. Theile dieses Bandes eine hierauf bezügliche Abbildung geben. (Siehe auch *Tartuferi* in Arch. ital. p. l. malattie nerv. 1885 Fig. 7, Zellen im Höhlengrau des proximalen Vierhügels.) Die Fig. 523 stellt das *Aquæductus* Höhlengrau von einem Embryo des Kaninchens dar, in welchem nur eine geringe Zahl von Zellen gefärbt erschien. Dafür waren aber eine Anzahl Achsencylinder sichtbar, die in die inneren Bogenfasern am Rande des Höhlengrau übergingen, zum Theil in dieses selbst eintraten, ebenso wie Collateralen dieser Bogenfasern in das Höhlengrau. Wie an diesem Orte, so kommen auch, wie ich bei Kaninchen und Katzen finde, im Ependym des 3. Ventrikel viele Nervenzellen vor und so werden wohl auch manche schon längst bekannte, aber nicht zu deutende Zellenansammlungen, wie z. B. der *Nucleus funiculi teretis* und Zellen, die in der Gegend der Pyramidenkreuzung und Schleifenkreuzung um den Centralkanal herum liegen (s. § 132) nun ihre Deutung finden. *Schütz* hat ermittelt, dass sein Längsbündel wesentlich aus dem *Thalamus* stammt, und wird dieser Ausspruch wohl dahin zu erweitern sein, dass die Ependymnervenfasern aller Art theils von Zellen aller Gegenden des Ependyms oder centralen Höhlengraues selbst, theils von solchen der angrenzenden Theile und Collateralen ihrer Nervenfasern abstammen. Jedenfalls aber eröffnet sich nun ein neues, wichtiges Feld der Untersuchung. Wer nur einmal an einem guten *Weigert*'schen Präparate das centrale Höhlengrau des Erwachsenen (denn wie *Schütz* mit Recht angiebt, sind bei Neugeborenen sowohl die nervösen Ependymfasern, als die Geflechte der Nervenkerne noch nicht markhaltig) vom *Aquæductus* oder 3. Ventrikel mit seinem unglaublichen Reichthume an feinen, feinsten und selbst gröberen Nervenfasern gesehen und sich erstaunt gefragt hat, was denn alle diese Fäserchen bedeuten, wird gewiss mit mir sich freuen, dass nun auch diese Frage so glücklich in Angriff genommen worden ist.

Zusammenstellung der Resultate.

I. Die aus dem Rückenmarke stammenden Elemente.

1. Die Pyramidenbahnen gehen, durch Abgabe von Elementen an die motorischen Kerne der Hirnnerven an Stärke abnehmend, aus den Hirnstielen in die *Medulla oblongata* und *spinalis* über.

2. Die Kleinhirnseitenstrangbahn geht durch den *Pedunculus cerebelli* in das kleine Gehirn ein und gestaltet sich zu centripetalen, in die graue Rinde ausstrahlenden Elementen.

3. Ebenso verhält sich die Dorsalstrangkleinhirnbahn.

4. Der *Fasciculus longitudinalis dorsalis* geht aus den Vorderstranggrundbündeln des Markes hervor, stellt eine gekreuzte sensible Leitung II. Ordnung dar, die bei Reflexen betheiligt ist, und endet in den Kernen des XII., VI., IV. und III. Nerven.

5. Die Seitenstrangreste der Oblongata bestehen aus Strangfasern des Markes, die z. Th. in demselben sich kreuzten, und bilden ebenfalls eine sensible Leitung II. Ordnung, die durch Collateralen (und direkte Enden?) auf die lateral gelegenen motorischen Kerne des XI., X., IX., VII. und V. Nerven wirkt. Ob Theile der Seitenstrangreste, wie *Bechterew* annimmt, auch in den sogenannten Kernen der *Substantia reticularis (Nucleus centralis inferior et superior, N. reticularis tegmenti)* enden, ist weiter zu prüfen. Wäre dem so, so würden von diesen Kernen aus sensible Leitungen III. Ordnung ihren Ursprung nehmen und zu höheren Hirntheilen ziehen.

II. Neue in der *Medulla oblongata* auftretende Elemente.

Von den Ursprungskernen der motorischen Hirnnerven und den Endkernen der sensiblen Nerven absehend, zählen wir folgende Systeme auf:

1. Die Oliven. In denselben finden sich als centrifugal wirkende Elemente Fasern, die von den *Purkinje*'schen Zellen der Kleinhirnrinde entspringen und durch den *Pedunculus cerebelli* und die Kleinhirn-Olivenfasern in die contralaterale Olive eintreten. Diese Fasern enden als Binnenfasern in der Olive und wirken auf die Olivenzellen ein, deren nervöse Ausläufer oder die von mir sogenannten Olivenfasern in Seitenstrangfasern des Rückenmarks sich fortsetzen und möglicherweise ein centrifugales System bilden, das auf die motorischen Kerne des Markes einwirkt. Ob neben dieser Oliven-Rückenmarksbahn auch eine durch *Bechterew*'s centrale Haubenbahn vermittelte Oliven-Grosshirnbahn vorkommt, ist bis jetzt noch nicht festgestellt.

2. Einzelzellen der *Substantia reticularis* der Oblongata. Von diesen Elementen entspringen Nervenfasern, die centripetale Leitungen III. Ordnung darstellen und in gewisse höhere Theile (Brücke, laterale Schleife, mediale Schleife) sich fortzusetzen scheinen, während andererseits in den Seitenstrangresten gelegene Enden von Strangfasern des Markes auf die Ursprungszellen dieser Bahnen einwirken (s. I Nr. 5).

3. Die Schleifenfasern stellen sensible Leitungen II. Ordnung dar. Die Fasern der medialen Schleife entspringen aus den Kernen der *Funiculi graciles et cuneati* und aus den Endkernen der sensiblen Hirnnerven. Die laterale Schleife entwickelt sich höchst wahrscheinlich aus der kleinen Olive und dem *Nucleus Lemnisci lateralis.*

4. Pyramidenkerne *(Nuclei arciformes).* In diesen enden einmal Fasern des *Pedunculus cerebelli* derselben Seite und entspringen anderseits Fasern, die zum contralateralen Kleinhirnstiele sich begeben. Zu diesen Kernen

treten ausserdem Fasern der Dorsalstränge. Die Beziehungen dieser verschiedenen Faserarten zu einander sind noch wenig klar und scheint nur so viel sicher zu sein, dass die *Nuclei arciformes* die beiden Kleinhirnhälften mit einander in Verbindung setzen. Für die Annahme *Mingazzini*'s, dass die Pyramidenkerne centrifugal auf die *Medulla spinalis* einwirken und motorische Effekte erzielen, spricht vorläufig keine einzige Thatsache.

5. Querfasern der Brücke, Brückenkerne. Die Querfasern der Brücke bestehen z. Th. aus *Purkinje*'schen Fasern, die ein centrifugal wirkendes System darstellen, z. Th. aus eigentlichen Brückenfasern, die von den Zellen der Brückenkerne entspringen. Die *Purkinje*'schen Fasern enden wahrscheinlich in ihrer Mehrzahl in den Brückenkernen gekreuzt und ungekreuzt, während die Brückenfasern selbst in zwei Systeme sich fortsetzen und zwar einmal in die medialen und lateralen Längsfasern des *Pes pedunculi*, die nicht mit den Pyramidenbahnen zusammenhängen, und zweitens in centripetale, in das Cerebellum eindringende Fasern, die mit den *Purkinje*'schen Fasern zusammen eine zweigliedrige Kommissur des kleinen Gehirns darstellen. Was die zur Haube aufsteigenden Brückenfasern betrifft, so ist deren Bedeutung noch dunkel und jedenfalls die Annahme von *Bechterew*, der dieselben mit der *Medulla spinalis* in Verbindung setzt und ihnen motorische Funktionen zuschreibt, nicht erwiesen. Besser begründet erscheint die Hypothese von *Mingazzini*, dass dieselben durch den *Lemniscus lateralis* mit dem proximalen Vierhügelpaare sich verbinden.

6. Fasern des centralen Höhlengraues. Dieselben entspringen von den zahlreichen Zellen dieser grauen Substanz und haben zu den Fasernetzen der motorischen und sensiblen Kerne keine direkte Beziehung. Ihre physiologische Bedeutung ist vorläufig im Dunkeln, doch liegt es am nächsten, bei diesen Elementen an kurze Bahnen von Associationssystemen zu denken.

§ 148.

Cerebellum. Anordnung der Elemente im Allgemeinen.

Das kleine Gehirn besteht wesentlich aus einer inneren Markmasse und einem oberflächlichen grauen Belage, der grauen Rinde. Ausserdem finden sich aber noch in den ventralen Theilen des Wurmes und in den Hemisphären besondere Ansammlungen grauer Substanz, das *Corpus dentatum* oder der gezackte Kern mit seinen Anhängen, dem Pfropf- und Kugelkerne und der Dachkern, welche Gebilde alle paarig vorhanden sind. (Fig. 524, 525, 526).

Das *Corpus dentatum s. ciliare s. Nucleus dentatus*, der gezackte Kern ist ein der Olive gleich gebildetes graues Blatt von 0,3 bis 0,5 mm Dicke, welches einen stark gefalteten Sack oder Beutel darstellt, der nach der medialen und cerebralen Seite unterbrochen oder offen ist, durch welchen sogenannten *Hilus* weisse Markmasse, der sogenannte Markkern, in die Aushöhlung des Blattes tritt. Dieser graue Kern, an dem der Bequemlichkeit halber ein dorsales und ein ventrales Blatt unterschieden werden können, hat seine Lage in dem ventralen und medialen Theile der

Markmasse der Hemisphären und reicht mit seinen tiefsten Theilen bis nahe an die seitlichen Theile des Ventriculus IV heran. Von seinem cerebralen Ende zweigen sich besondere Anhänge medianwärts ab, die von *Stilling* als Pfropf- und Kugelkern (*Embolus* und *Nucleus globosus*) bezeichnet wurden und an senkrechten Schnitten in der Regel wie selbständige Gebilde von rein grauer Substanz ohne innere Markmasse erscheinen. Eine unzweifelhaft für sich bestehende Bildung ist der Dachkern, *Nucleus tecti*, (*t*) der dem Mittelstücke des Kleinhirns, dem Wurme, angehört. Derselbe stellt eine 9—10 mm lange, spindelförmige und im Querschnitte annähernd dreieckige 5—6 mm breite, rein graue paarige Masse dar, die vom Ependym des 4. Ventrikels nur durch eine dünne Markmasse geschieden ist. Beide Dachkerne liegen einander sehr nahe in der Gegend zwischen dem *Nodulus* und der *Lingula* und nehmen hier ungefähr die Hälfte oder zwei Drittheile der Höhe des Markkernes des Wurmes ein (s. *Obersteiner* Fig. 147).

Fig. 524.

Fig. 525.

Fig. 524. Querschnitt durch die Brücke und einen Theil des Cerebellum eines Embryo von 6 Mon., Schnitt No. 86. Färbung nach *Pal*, 4:1. Von der Brücke ist die Gegend der Eintrittsstelle des *Nervus vestibuli*, des *Ganglion ventrale acustici*, der *Oliva minor*, des Trapezium u. s. w. getroffen. *IV Ventriculus quartus*; *P* Brücke; *Py Pyramis*, beide marklos; *N. d. Nucl. dentatus.*

Fig. 525. Querschnitt der Serie der Fig. 524, weiter cerebralwärts No. 94. Buchstaben zum Theil wie vorhin, dann *T Tegmentum*; *e Embolus*; *gl Nucleus globosus*; *t Nucleus tecti.*

Bei Thieren finden sich in den tiefen Theilen des kleinen Gehirns ebenfalls graue Massen, doch ist bei Säugern das *Corpus dentatum* nirgends so reich gefaltet, wie beim Menschen, und gestaltet sich bei den niederen Formen zu einer einfachen grauen Masse (Fig. 527). Bei den Vögeln findet sich in Folge geringer Entwicklung der Hemisphären kein *Corpus dentatum*, sondern nur ein Dachkern, der von einer dünnen Marklage bedeckt sich jederseits gegen eine dorsale Ausbuchtung des 4. Ventrikels hervorwölbt.

Die Rinde des Cerebellum (Fig. 528) ist in allen Theilen dieses Organes im Wesentlichen gleich beschaffen und zeigt zwei Lagen, welche als rostfarbene oder Körnerschicht und als rein graue oder Molekularlage bezeichnet werden. An der Grenze beider befinden sich in einfacher Lage, mehr weniger dicht beisammenstehend, die grossen *Purkinje*'schen Zellen, welche auch wohl als grosszellige Schicht von den bei den andern unterschieden werden.

Fig. 526.

Die Marksubstanz des kleinen Hirns erscheint im Allgemeinen auf jeder Seite als die Fortsetzung der drei bekannten Crura, doch sind ausserdem noch besondere Faserzüge da, die die Anordnung der Nervenfasern zu einer sehr verwickelten machen.

In der weissen Marksubstanz der Hemisphären spielen die Brückenarme die Hauptrolle. Die Fasern derselben, die zu den feineren gehören, ordnen sich beim Eintreten in das kleine Gehirn so, dass sie dünne Blätter bilden, welche in der Achse der einzelnen Windungen, als Kern derselben zur Oberfläche verlaufen und in der grauen Rinde sich verlieren. Diese Faserzüge werden in der Nähe der Rinde gekreuzt von andern, die von Windung zu Windung gehen und am besten als *Fibrae arciformes gyrorum* oder als Associationsfasern bezeichnet werden (guirlandenförmige Faserzüge, *Stilling*). In den Gegenden der Hemisphären, in denen das *Corpus dentatum*

Fig. 526. Querschnitt der Serie der Fig. 524 weiter cerebralwärts No. 102. Buchstaben wie bei Fig. 525 *e Embolus* und *Nucleus globosus* vereint. Von der Brücke ist die Gegend der Eintrittsstelle des Quintus getroffen.

s. ciliatum seine Lage hat, werden die Verhältnisse verwickelter. Hier treten einmal aus dem Innern derselben die Bindearme aus, welche die unmittelbare Fortsetzung der weissen Markmasse des *Corpus dentatum* bilden und wird zweitens die gesammte äussere Oberfläche des gezackten Kernes von Fasern umgeben, die von allen Seiten der Umgebung an denselben herantreten, welche beiderlei Faserarten *Stilling* als extra- und intraciliäre Fasern unter-

Fig. 527.

schieden hat. Die extraciliären Fasern oder das Vliess leitet *Stilling* von der Rinde der Hemisphären ab und lässt dieselben auf ihrem Wege zum *Corpus dentatum* in mehreren Zonen sich kreuzen, zum Theil betrachtet er dieselben als Endigungen eines Theiles der Fasern der Kleinhirnstiele oder der *Corpora*

Fig. 527. Querschnitt durch das verlängerte Mark und kleine Gehirn der erwachsenen Katze. Viermal vergr. (No. 108 a.) *Weigert-* und *Pal*'sche Färbung. *Nd Nucleus dentatus; E* dem *Embolus* und *Nucleus globosus* des Menschen entsprechender einfacher Kern; *Nt Nucleus tecti* (ist das obere *Nd*); *p* Pyramiden; *fl Fasciculus longitudinalis dorsalis,* ventralwärts davon in der *Subst. reticularis* grosse Nervenzellen; *VII* Kern des *Facialis*; *V* absteigende Quintuswurzel; *VIIIa* lateraler, *b* medialer Theil des ventralen Acusticuskernes; *P Pedunculus cerebelli*; *sm Stria medullaris* quer, lateralwärts davon der Kern von *Deiters* und die aufsteigende Acusticuswurzel, dorsalwärts davon Faserausstrahlung in das Cerebellum aus der Gegend des *Deiters*'schen Kernes.

restiformia, endlich lässt er drittens und viertens auch Brückenfasern und Bindearmfasern in dieselben übergehen.

In die Rinde der Hemisphären treten ausser den Brückenfasern und den extraciliären Fasern auch Bestandtheile der Bindearme und der Kleinhirnstiele, welche letztere den *Tractus semicircularis* von *Stilling* bilden und bogenförmig das *Corpus dentatum* umgreifen, welchen Fasern auch zahlreiche extraciliäre Elemente sich beigesellen.

Die weisse Substanz des Wurmes bildet sich, abgesehen von spärlichen Fortsetzungen der Brückenfasern wesentlich aus den Kleinhirnstielen. Und

Fig. 528.

zwar enden diese zum Theil gekreuzt, zum Theil ungekreuzt. Die letzteren Fasern sind *Monakow's* Erfahrungen zu Folge wahrscheinlich Fortsetzungen der Kleinhirnseitenstrangbahn. Die sich kreuzenden Fasern umgeben das *Corpus*

Fig. 528. Querschnitt einer Windung des Cerebellum des Menschen. Methode von *Weigert*. Markhaltige Fasern dunkel. Geringe Vergr. *m* Molekularlage; *k* Körnerschicht oder rostfarbene Lage; *w* weisse Substanz der Markblätter; *q* Markhaltige Querfasern der Körnerlage; *tr* longitudinale Fäserchen der Molekularlage mit den Körpern der *Purkinje*'schen Zellen.

dentatum von der lateralen Seite her und wenden sich dann zur ventralen Seite des Wurmes, um zwischen den Kugelkernen zu verschwinden. Andere Fasern, die nach *Edinger* etwas später als die genannten markhaltig werden, stellen die direkte sensorische Kleinhirnbahn dieses Autors dar, verlaufen von derselben Gegend her an der medialen Seite des *Pedunculus cerebelli* und sollen in den *Acusticus, Trigeminus*, in die Vago-Glossopharyngeuswurzeln und die Dorsalstränge des Markes übergehen. Wie früher schon dargelegt wurde, bin ich jedoch, ebensowenig wie andere, nicht im Stande, eine solche Bahn für die genannten Hirnnerven anzunehmen, wohl aber für die Dorsalstränge.

Ausser der eben erwähnten Kreuzung der *Pedunculi cerebelli* im Wurme finden sich in der Marksubstanz des Cerebellum noch verschiedene andere Kreuzungen von Fasern beider Hälften. Besonders wichtig sind 1. die grosse vordere Kreuzungskommissur an der cerebralen und dorsalen Seite des Dachkernes (siehe *Obersteiner* Fig. 147). Zu derselben Kommissur gehören auch zahlreiche, an der cerebralen Seite des *Corpus dentatum* gelegene Fasern (*Obersteiner*

Fig. 529.

Fig. 529. Querschnitt der *Oblongata* eines menschl. Embryo vom 7.—8. Monate. Nr. VI, Präp 250, *Weigert*. Ger. Vergr. *VII* Facialiskern; *VII'* Austretende Facialiswurzel; *Tr.* Trapezium mit *Lemniscus medialis*; *Kl.O.* Kleine Olive; *Crm.* Brückenarm mit zum Theil markhaltigen Fasern; *V* Sensible Quintuswurzel; *Nv. Nervus vestibuli*; *Pc.* Ausstrahlung des *Pedunculus cerebelli* an der lateralen und medialen Seite des *Nucleus dentatus Nd* und den Pfropf *e* umfassend; *B* Bindearm; *gl Nucleus globosus* mit Ausstrahlungen zur Rinde; *Nt* Dachkern mit Kreuzung; *ot* Fasern von der kleinen Olive zum Dachkerne an der lateralen Seite des Bindearms; *dt* Fasern vom *Deiters*'schen Kerne zum Dachkerne.

S. 317) und Bündelchen von Querfasern an der dorsalen Seite des *Corpus dentatum*, die *Obersteiner* als dorsale Kleinhirnkreuzung bezeichnet (S. 317). Das Querschnittsfeld dieser Kommissur misst vor dem Dachkerne nur 0,2 mm, verbreitet sich dann aber an der dorsalen Seite desselben auf 1 mm und reicht einerseits schmäler werdend weit in den senkrechten Ast des *Arbor vitae* und erstreckt sich auch in den horizontalen Ast hinein. Durch sagittale aus dem Dachkerne austretende Bündel wird diese Kommissur in lange schmale Bündel zerklüftet. Frontalschnitte lehren, dass ziemlich viele Fasern dieser Kommissur, und zwar besonders die an der dorsalen Seite der Dachkerne liegenden, in der Medianebene zwischen beiden Dachkernen ventralwärts verlaufen, sich hier kreuzen und dann wahrscheinlich in die Sagittalrichtung einbiegen (*Obersteiner* S. 318, Fig. 123).

2. Eine fernere Kreuzung findet sich zwischen den Dachkernen selbst, die Dachkernkreuzung von *Obersteiner* (Fig. 529), welche schliesslich an der caudalen Seite der Dachkerne in den horizontalen Ast des *Arbor vitae* übergeht und nichts anderes darstellt, als den mittleren Theil der oben erwähnten dorsalen Kreuzung.

3. Endlich finden sich noch Querfasern weit aussen im horizontalen Aste des *Arbor vitae* da, wo derselbe in kleine Aeste zerfällt (hintere Kleinhirnkommissur von *Obersteiner*).

Alle diese Kommissuren sind in ihren Anfängen und Endigungen noch nicht hinreichend bekannt, stellen jedoch wahrscheinlich Ein System dar, das physiologisch dem *Corpus callosum* gleichsteht.

Fassen wir den gesammten Faserverlauf im kleinen Hirn übersichtlich zusammen, so ergiebt sich folgendes:

A. Der *Pedunculus cerebelli* oder das *Corpus restiforme* endet mit seinem Rückenmarksantheile in der Rinde des Oberwurmes ungekreuzt und in derjenigen des Unterwurmes gekreuzt; ein anderer Theil der Fasern desselben (der Oliventheil) stammt aus dem Vliesse und von der Hemisphärenrinde.

B. Die Bindearme entspringen aus dem Marke des *Corpus dentatum* und nehmen auch Elemente der extraciliaren Fasern und der Rinde auf.

C. Die Brückenfasern kommen fast ausschliesslich von der Rinde der Hemisphären und zeichnen sich durch feines Kaliber aus.

D. Die direkte sensorische Kleinhirnbahn von *Edinger* steht in sofern für den *Acusticus (N. vestibuli)* fest, als dessen Fasern im *Deiters*'schen Kerne enden, von dem aus neue centripetale Elemente im *Pedunculus cerebelli* zum *Nucleus tecti* der anderen Seite treten und da aufhören. Für den V., IX. und X. Nerven ist dieselbe mehr als zweifelhaft.

E. Zahlreiche Quer- oder Kommissurenfasern liegen im Wurme und erstrecken sich zum Theil auch in die Hemisphären.

F. Longitudinale Elemente in mässiger Zahl liegen im *Velum medullare medium* in der Mitte und zu beiden Seiten (medianes sagittales Basalbündel, und laterale Längsbündel, *Obersteiner*).

Bechterew fand beim Studium der Markentwicklung im Bindearme vier verschiedene Bündel, die er als ventrales, dorsales, mittleres und mediales bezeichnet. (Arch.

f. Anat. 1888 S. 195 Taf. XIII.) Das ventrale gehört eigentlich nicht dem Bindearme an und verliert sich spinalwärts vom Kerne von *Bechterew*; cerebralwärts geht dasselbe in der Gegend der distalen Vierhügel in eine Querkommissur über (Fig. 2, *fv*). Die drei übrigen Bündel nehmen an der Kreuzung der Bindearme theil, die eine totale zu sein scheint. Was ihre Beziehungen zum kleinen Gehirne betrifft, so geht das dorsale Bündel theils zum Dachkerne, theils zur Rinde des oberen Wurmes derselben Seite, das mittlere Bündel verliert sich am Kugel- und Pfropfkerne, die inneren Bündel endlich ziehen theils zum *Corpus dentatum*, theils zur Rinde der Hemisphären.

Vergleicht man die Markscheidenbildung in diesen drei Bündeln mit derjenigen der verschiedenen Abtheilungen des *Pedunculus cerebelli*, so ergiebt sich, dass gleichzeitig mit dem dorsalen Bündel weiss werden die Kleinhirnseitenstrangbahn, die Bahn von den kleinen Oliven und diejenigen von den Kernen des Keil- und Seitenstranges. Mit dem mittleren Bündel zugleich werden markhaltig das Bündel aus dem Kerne des *Nervus vestibularis* und aus dem Kerne des *Fasciculus gracilis;* mit dem inneren Bündel endlich werden zugleich weiss die Olivar-Cerebellarbahnen.

Diese Thatsachen lassen, wie *Bechterew* meint, erkennen, welche Theile beider Hirnschenkel zu einander in näherer Beziehung stehen.

In Betreff der Verbindungen der Kerne des Cerebellum bemerkt *Bechterew*, dass von den kleinen Kernen aus zwei Bündel zum oberen Wurme gehen, eines vom *N. tecti* aus, das andere vom *N. globosus* und *Embolus*, sowie dass der *N. dentatus* mit der Rinde des dorsalen Theiles der Hemisphären in Verbindung steht.

Ueber den *Pedunculus flocculi* vergleiche man die neue Arbeit von *Stscherbak* im Neurol. Centralbl. 1893 pag. 227.

Cerebellum, feinerer Bau. Der feinere Bau des kleinen Gehirns ist verwickelter, als der irgend eines anderen Theiles des Nervensystems mit Ausnahme etwa der Netzhaut und soll an der Hand der Figuren 530 und 531, von denen die erste einen Querschnitt, die letztere einen Längsschnitt vor allem der grauen Rinde einer Windung darstellt, zuerst eine Uebersicht der wesentlichen hier vorkommenden Elemente gegeben werden.

A. Zellen.

In der grauen Schicht der Rinde finden sich folgende Zellenformen:

1. Die grossen *Purkinje*'schen Zellen, an der Grenze beider Schichten der Rinde, von denen in der Fig. 530, zwei in ihrer Hauptverästelung dargestellt sind mit den Achsencylinderfortsätzen *p*, die in die weisse Markmasse der Windungen hineinziehen und rückwärts laufende Collateralen abgeben. In der Fig. 531 sieht man vier solche Zellen von der schmalen Seite ebenfalls mit verästelten nervösen Fortsätzen.

2. Die Korbzellen (Fig. 530 *m'*) in den tieferen Theilen der Molekularlage, deren nervöse Fortsätze mit büschelförmigen Ausläufern *zk* die Körper der *Purkinje*'schen Zellen umgeben.

3. Die kleinen Rindenzellen (Fig. 530 *m*), die mehr die äusseren Lagen der Molekularschicht einnehmen und mit Hinsicht auf ihre nervösen Fortsätze nicht genauer bekannt sind.

4. Gliazellen (Fig. 530 *gl.*), deren Zellenkörper etwas tiefer als diejenigen der *Purkinje*'schen Zellen sitzen und mit langen verästelten Ausläufern die ganze Molekularlage durchziehen.

In der rostfarbenen oder Körnerschicht kommen nur zwei Zellenformen vor und zwar:

1. Die kleinen Körnerzellen (Fig. 530, 531 *gr.*) mit 4—5 kurzen Dendriten und einem langen nervösen Fortsatze *n*, der in die Molekularlage eindringt und da in allen Höhen gabelförmig sich theilend in lange feine Longitudinalfäserchen

Fig. 530.

n' ausläuft, die in solcher Menge vorhanden sind, dass an Querschnitten alle Zwischenräume zwischen den Aesten der *Purkinje*'schen Dendriten fein punktirt erscheinen (Fig. 530 *gr'*).

Fig. 530. Querschnitt einer Windung des Kleinen Gehirns. Schema. *p* Nervöse Fortsätze der *Purkinje*'schen Zellen mit rücklaufenden Collateralen; *k* Kletterfasern mit *k'* Enden derselben (*Plexus grimpants* von *Ramón*) an den *Purkinje*'schen Zellen; *gl* Gliazellen; *f* Moosfasern (*Fibras musgosas*); *m* Kleine Zellen der Molekularlage; *m'* grosse Zellen derselben Lage (Korbzellen) mit *zk* den die *Purkinje*'schen Zellenkörper umfassenden Körben; *gr* Körner mit Dendriten und in die Molekularlage eindringenden nervösen Fortsätzen, die bei *gr'* im Querschnitte als feine Punktirung erscheinen; *n* nervöser reich verästelter Fortsatz einer grossen Körnerzelle *o* der *Golgi*'schen Zelle.

2. *Golgi*'sche Zellen des 2. Typus oder grosse Körnerzellen, von denen die Fig. 530 links oben Eine zeigt, deren ungemein reichverzweigte nervöse Fortsätze *n* die gesammte Körnerlage durchziehen, während die Dendriten dieser Elemente in der Molekularlage oft weit nach aussen verlaufen.

B. Nervenfasern.

Abgesehen von den nervösen Fortsätzen der eben besprochenen Zellen, finden sich in der Rinde des Cerebellum mindestens dreierlei verschieden aussehende Nervenfasern, deren Beziehungen zu einander noch nicht klargestellt sind, und zwar

1. Die Moosfasern von *Cajal*, die aus der weissen Substanz austretend in der Körnerschicht sich verästeln und eigenthümliche ästige Anschwellungen im Verlaufe und an den Endigungen tragen (Fig. 530 *f*).

2. Die Kletterfasern oder Kletterplexus von *Ramón* mit sonderbaren, in der Molekularlage gelegenen fasernähnlichen Plexus (Fig. 530 *k*) und

Fig. 531.

3. in der Molekularschicht endende einfache, verästelte Fasern ohne Anschwellungen (Fig. 546).

§ 149.

Cerebellum; feinerer Bau; Nervenzellen. Bezüglich auf den feineren Bau kommt vor allem die graue Rinde des Organes in Betracht, die in ihren Elementen sehr verwickelte Verhältnisse darbietet, ausserdem der gezackte Kern im Innern und die kleineren Ansammlungen grauer Substanz. Wir betrachten zuerst die Nervenzellen der Rinde und dann die Nervenfasern.

A. Zellen der Molekularlage.

I. *Purkinje*'sche Zellen. Diese Zellen von 35—70 μ, meist 60 μ längstem Durchmesser und im Allgemeinen birn- oder keulenförmiger Gestalt

Fig. 531. Längsschnitt der grauen Substanz einer Kleinhirnwindung. Schema. *gr* Granula; *n* nervöse Fortsätze derselben; *n'* Theilungen derselben in der Molekularlage und Uebergang in je zwei longitudinale feine Fasern derselben; *p* *Purkinje*'sche Zellen.

liegen mit ihrem Körper in der Grenzgegend der Molekularlage und der Körnerschicht, jedoch so, dass sie mehr der ersteren angehören; und zwar stehen dieselben meist in einfacher Reihe, dichter auf den Kuppen der Windungen, spärlicher in der Gegend der Furchen. Am ersteren Orte sind die Zellen birnförmig, senkrecht gestellt und mit dem spitzen Ende nach aussen gerichtet, während in den Furchen nicht selten mehr weniger spindelförmige, liegende solche Elemente oder schiefgestellte keulenförmige Zellen gefunden werden. Die Substanz der *Purkinje*'schen Zellen ist blass und feinkörnig, und zeigt ohne Ausnahme einen runden bläschenförmigen Kern von 11—15 μ mit einem Nucleolus von 3 bis 4 μ.

Fig. 532.

Die *Purkinje*'schen Zellen (Fig. 532) besitzen ohne Ausnahme zweierlei Fortsätze, einmal nach der Oberfläche der Windungen dringende Protoplasmafortsätze und zweitens in die granulirte Lage eintretende Achsencylinderfortsätze. Die Protoplasmafortsätze, von deren ungemein reicher Verästelung wir erst durch die Beobachtungen und Methoden von *Golgi* eine richtige Anschauung erhielten, gehen meist zu einem bis zweien von dem spitzen Ende der Zellen ab und verhalten sich im Allgemeinen so, dass die Hauptstämme erst horizontal oder schwach schief aufsteigend verlaufen. Von diesen gehen dann unter meist

Fig. 532. *Purkinje'*sche Zelle aus dem Kleinhirn des Menschen; *n* Neuraxon; *k* Collateralen desselben (*Golgi,* starke Vergr.).

rechten Winkeln senkrecht nach aussen dringende radiäre Zweige ab oder es theilt sich auch wohl ein kurzer gerader Hauptstamm nochmals in zwei horizontale Stämme, bevor er die radiären Zweige entsendet. Diese ziehen dann unter meist spitzwinkligen Theilungen bis zur äussersten Oberfläche der Molekularlage und geben auf diesem Wege unter stumpfen, rechten und spitzen Winkeln ungemein zahlreiche Nebenzweigelchen ab, so dass schliesslich ein reicher Baum entsteht, dessen Ausläufer in der gesammten Dicke der Molekularlage sich finden. Weiter ist diesem Baume eigenthümlich, dass dessen Aeste so zu sagen, wie *Stieda* zuerst nachwies, in einer einzigen Ebene sich ausbreiten und somit Blätter bilden und dass diese Blätter ausnahmslos in der Querrichtung der Windungen stehen. Später haben *Obersteiner, Henle, Denissenko, Kahler* und vor allem *Ramón y Cajal* diese Angaben bestätigt, welcher letzte Autor auch die ersten guten Abbildungen longitudinaler und tangentialer Schnitte der betreffenden Zellen gab. An Schnitten der letztgenannten Art ergiebt sich der Verbreitungsbezirk der Ausläufer einer Zelle als 0,7—0,8 mm breit. Ueber die Stellung der Körper der *Purkinje*'schen Zellen geben tiefe tangentiale Schnitte gute Auskunft, und lehren, dass dieselben in der Längsrichtung der Windungen etwas näher beisammenstehen als in der Querrichtung und nicht in regelmässigen Reihen angeordnet sind (s. *Henle* Anat. III, Figur 161).

Die Stämme der Protoplasmafortsätze, von 15—18 μ die dicksten, sind meist feinstreifig und behalten diese Beschaffenheit eine Zeit lang bei. Später werden dieselben mehr homogen und bleiben so bis zu den letzten Enden, die eine kaum mehr messbare Feinheit erreichen. Solche Enden in Form feiner Spitzen, an denen ich im Gegensatze zu *Golgi* keine Beziehungen zu den Blutgefässen, noch zu Gliazellen wahrzunehmen im Stande war, finden sich einmal an der äussersten Oberfläche der Molekularlage und dann allerwärts im Innern dieser Substanz und muss besonders hervorgehoben werden, dass es auch bei der sorgfältigsten Prüfung nicht gelingt, irgendwo Anastomosen dieser Ausläufer zu beobachten (*Golgi, Ramón, ich, van Gehuchten*).

An nach *Golgi* versilberten Objekten erscheinen die Protoplasmafortsätze an ihrer Oberfläche sehr häufig mit feinen Spitzchen mehr weniger dicht besetzt, andere Male aber auch glatt. In anderer Weise isolirte solche Fortsätze besitzen meist eine glatte Oberfläche, doch habe ich vor vielen Jahren schon im Verlaufe der grössten Aeste an solchen Präparaten einzelne ganz kurze Zacken oder Spitzchen gefunden, die denselben das Aussehen eines Dornenstockes gaben (Mikr. Anat. II, 1 S. 450), woraus ersichtlich ist, dass möglicherweise ein Theil dessen, was *Golgi*'sche Präparate zeigen, nicht zufällig ist.

Die Achsencylinderfortsätze der *Purkinje*'schen Zellen, schon vor Jahren von mir abgebildet (Fig. 135 der Mikr. Anat. II, 1) und von *Deiters* und *Koschewnikoff* bestimmt als solche beschrieben, wurden in ihrem genaueren Verhalten ebenfalls erst durch *Golgi* bekannt und wies derselbe nach, dass dieselben ohne Ausnahme in ihrem Verlaufe durch die Körnerlage eine namhafte Zahl feiner seitlicher Ausläufer besitzen, welche sich mehrmals verästeln und zum Theil in die Molekularlage zurücklaufen (Org. centrali Tav. VI a, VII a, IX a, XI a). Diese letzteren Aeste sind nach den bei jungen Geschöpfen

angestellten Untersuchungen *Ramón y Cajal's* sehr reich verästelt (Internation. Monatsschr. Bd. VII. S. 447 u. flgd. Fig. 1, 3, 4) und finden sich in dieser Form auch bei erwachsenen Thieren. Die schönsten Abbildungen dieser Collateralen der *Purkinje*'schen Zellen bei jungen Geschöpfen hat vor kurzem *Retzius* in seinen Biologischen Untersuchungen Bd. III Tab. VIII gegeben, und auch *ich* habe recht zierliche Bilder der Art erhalten, wie die Fig. 533

n
c
c
n
n
c
c
c
n

Fig. 533.

lehrt. Der Uebergang der Achsencylinderfortsätze der *Purkinje*'schen Zellen in markhaltige Fasern ist wie *Ramón y Cajal* mit Recht bemerkt, bisher mehr vermuthet, als wirklich beobachtet worden und ist wohl dieser Autor der erste, der denselben bei jungen Säugern wirklich gesehen hat und zwar an mit Osmium behandelten Objekten (Internat. Monatsschr. VI, No. XIX Fig. 8).

Fig. 533. Zwei noch unentwickelte *Purkinje*'sche Zellen der neugeborenen Katze mit den nervösen Fortsätzen und 3—4 rückläufigen Collateralen *ccc*. Starke Vergr. (Nr. 39 a b). Methode von *Golgi*.

An nach *Pal* behandelten Präparaten von jungen Säugern will *Ramón y Cajal* an diesen Fasern auch eine bis zwei *Ranvier*'sche Einschnürungen in der Nähe der *Purkinje*'schen Zellen gesehen und selbst Kerne zwischen denselben wahrgenommen haben (Rivista Trimestrial 1889 Taf. XII Fig. 4), in welcher Beziehung ich auf das im § 117 Bemerkte verweise. Von Verästelungen der betreffenden markhaltigen Fasern zeigen solche Präparate nichts, immerhin wäre es denkbar, dass solche vorkommen und nur aus dem Grunde nicht zu erkennen sind, weil sie ebenso wie die markhaltigen Aeste der nervösen Fortsätze der Pyramidenzellen des Grosshirns nach *Flechsig* (s. § 117) von den marklosen Einschnürungsstellen abgehen.

An den *Purkinje*'schen Zellen von Embryonen lässt sich, wie *Ramón* zuerst gelehrt hat und wie *ich* mit *v. Gehuchten* und *Retzius* bestätigen kann, sehr bestimmt nachweisen, dass an den Nervenzellen erst der Achsencylinderfortsatz und dann in zweiter Linie die Dendriten entstehen. Den in der Fig. 533 abgebildeten jungen Formen, die jedoch schon die typische Gestalt der fertigen Zellen durchblicken lassen, gehen sehr unregelmässige klumpige Körper voraus, von denen die einfachsten einen ovalen mit kurzen Spitzchen besetzten Körper darstellen, etwa wie einen Morgenstern, der aber doch schon einen langen nervösen Fortsatz besitzt.

Fig. 534.

II. Kleine Rindenzellen, Korbzellen. In der Molekularlage des Cerebellum finden sich ferner fast durch die ganze Dicke derselben zerstreut in geringen Abständen kleinere Nervenzellen, die in zwei Abtheilungen, grössere und kleinere, zerfallen, von denen die ersteren im Allgemeinen die innere, tiefere, die anderen die äussere Hälfte der betreffenden Schicht einnehmen. Während diese letzteren den gewöhnlichen Bau multipolarer Nervenzellen besitzen (Fig. 530 *m*), zeigen die anderen ein sehr auffallendes Verhalten des nervösen Fortsatzes, der wie *Golgi* und *Ramón y Cajal* entdeckten, in den Querebenen der Windungen trans-

Fig. 534. Aus einem Querschnitte des Cerebellum der Katze. Giebt den Eindruck wieder, den die Faserkörbe der *Purkinje*'schen Zellen und die transversalen Fasern der Korbzellen, von denen fünf sichtbar sind, bei einem dickeren Schnitte und bei geringerer Vergrösserung machen. Einige Dendriten der *Purkinje*'schen Zellen sind gefärbt, die Zellen nicht *(Golgi)*.

versal verlaufend in einer gewissen Entfernung der Grenzlinie zwischen Molekular- und granulirter Schicht folgt, jedoch diesseits der Körper der *Purkinje*schen Zellen, d. h. oberflächlicher als diese gelegen ist. Diese quere Faser nun giebt nach *Ramón y Cajal*'s Fund unter rechten Winkeln Fortsätze nach innen ab, die mit zahlreichen Verästelungen die *Purkinje*'schen Zellenkörper korbartig umhüllen. In Fig. 535 ist eine solche Zelle von der Katze naturgetreu dargestellt. Die Körper der fraglichen Zellen messen 20—25 μ und sind meist in der Querrichtung der Windungen verlängert, auch wohl drei- bis fünf- und

Fig. 535.

mehreckig mit querstehendem grösserem Durchmesser. Ausser dem nervösen Fortsatze n entsenden dieselben eine gewisse Zahl von Protoplasmafortsätzen, welche, meist nach aussen tretend, in gewöhnlicher Weise sich verästeln und fein auslaufend, z. Th. bis in die äussersten Lagen der Molekularschicht sich erstrecken.

Der sogenannte nervöse Fortsatz dieser Zellen ist eine sehr eigenthümliche Bildung. Fein am Zellenkörper beginnend, wird derselbe in seinem

Fig. 535. Eine Korbzelle von der Katze mit den nach der Oberfläche gehenden Dendriten und einem horizontalen nervösen Fortsatze, der lateralwärts sehr dick und mindestens 6 Antheile von Faserkörben abgiebt. Starke Vergr. *(Golgi)*.

horizontalen und transversalen Verlaufe bald um das Zwei- und Vierfache und mehr dicker, bis zu 2 μ und darüber und streicht in langem Verlaufe über den *Purkinje*'schen Zellenkörpern hin, um denselben von Stelle zu Stelle Aeste abzugeben, wie die Fig. 535 dies darstellt. Diese senkrechten absteigenden Aeste gehen bald mit einer starken, bald mit einer feinen Wurzel ab, zeigen anfangs häufig gröbere Verästelungen und enden schliesslich alle so, dass jeder Ast und jedes Aestchen in ein ganzes Büschel oder einen Pinsel von Endfasern *(fk)* sich umgestaltet, welche die *Purkinje*'schen Zellen korbartig umgeben und in ihrem genaueren Verhalten schwer zu enträthseln sind. Nach allem, was ein sorgfältiges Studium dieser „Faserkörbe“ ergiebt, möchte ich glauben, dass die Zweigelchen derselben sich nicht unter einander verbinden, sondern frei enden. Ebenfalls nicht leicht zu ermitteln sind die Beziehungen der Faserkörbe zu den *Purkinje*'schen Zellen. Quer- und Längsschnitte scheinen zu lehren, dass die beiden Theile nur aneinanderliegen, so jedoch, dass die Körbe nicht immer genau nur die Zellenkörper umgeben, sondern häufig mit einzelnen Ausläufern noch weiter in die Körnerschicht eindringen und die Achsencylinderfortsätze der *Purkinje*'schen Zellen eine Strecke weit umhüllen, wie auch *Ramón y Cajal* dies sah. Sehr bemerkenswerth ist ferner *(Ramón y Cajal, ich)*, dass sehr oft pinselförmige, absteigende Ausläufer mehrerer Zellen oder mehrere Pinsel Einer Zelle an der Bildung Eines Faserkorbes sich betheiligen.

Ausser den absteigenden, an der Bildung der Faserkörbe sich betheiligenden Ausläufern geben die nervösen Fortsätze der fraglichen Zellen, die ich grosse Rindenzellen oder Korbzellen nennen will, wenn auch nicht häufig, doch hier und da nach der Oberfläche der Molekularschicht zu zartere Fortsätze ab, die wie gewöhnliche Protoplasmafortsätze sich verhalten (*Golgi*, Tab. XI; *Ramón y Cajal*, Intern. Monatsschr. Bd. VI Taf. XVIII Fig. 5a mit einem, Taf. XIX Fig. 6 mit drei, Fig. 9 mit fünf solchen Ausläufern, *Kölliker*, Kleinhirn Fig. 9 mit einem solchen Aestchen *p''*).

Querschnitte der Windungen des kleinen Hirns, an denen die Faserkörbe durch Silber gut gefärbt, die *Purkinje*'schen Zellen dagegen nur unvollkommen ausgeprägt sind, ergeben, wenn dieselben nicht zu fein sind, eigenthümliche Bilder (Fig. 534). In der tieferen Hälfte der Molekularlage zieht sich über den *Purkinje*'schen Zellen ein Gewirr von quer- und senkrecht verlaufenden Fasern hin, untermengt mit einzelnen kleineren mehr querstehenden Zellenkörpern. Die queren Fasern liegen oberflächlicher und können sogar die Mitte der Molekularlage erreichen, während die senkrechten nach der Körnerschicht zu ausstrahlen, und bevor sie diese erreichen, zu eben so vielen Faserkörben zusammentreten, als *Purkinje*'sche Zellen da sind. Diese Faserkörbe bilden in der Grenzzone beider Lagen der grauen Substanz eine ununterbrochene Reihe von kegelförmigen Gebilden, deren Spitze gegen die Körnerlage gerichtet ist und deren Basis in die von den Querfasern ausgehenden absteigenden Fasern sich auflöst.

Die eben beschriebenen Korbzellen gehören den tieferen Gegenden der Molekularschicht an, ohne dass sich eine bestimmte Grenze angeben liesse, bis zu welcher sie gehen. Als Anhaltspunkt möge dienen, dass bei der Katze bei einer Dicke der Molekularschicht von 0,36—0,45 mm die oberflächlichsten quer verlaufenden nervösen Fortsätze der Korbzellen in einem Abstande von 0,14—0,18 mm von der Körnerschicht sich fanden. Die gleiche Länge be-

sassen somit auch die absteigenden Pinsel dieser Fasern, während die kürzesten Faserpinsel nicht mehr als 0,054 mm betrugen. Die Zahl der queren Abschnitte der nervösen Fortsätze der Korbzellen ist in dünnen Querschnitten sehr wechselnd. In einigen Gegenden finden sich nur zwei oder drei, in anderen fünf, sechs und mehr und ebenso ist auch die Menge der Korbzellen sehr verschieden. Jedenfalls richtet sich die Menge dieser Elemente nach der Zahl der *Purkinje*'schen Zellen und ist daher spärlicher, wo diese weiter von einander abstehen, wie im Grunde der Furchen. Ausserdem mögen auch noch andere Verschiedenheiten vorkommen namentlich in der Zahl der Pinsel und der Länge der nervösen Fortsätze. Diese letztere ist jedenfalls sehr bedeutend, wie auch die Abbildungen von *Golgi* und *Ramón y Cajal* lehren und mass ich solche von 0,6 mm. Da man jedoch nie einen solchen Fortsatz vom Anfange bis zum Ende zu verfolgen im Stande ist, so ist auch vorläufig die wirkliche Länge derselben nicht zu bestimmen. Wirkliche Enden der queren nervösen Fortsätze sieht man übrigens häufig genug und stellen dieselben einfach einen endständigen Pinsel dar.

Beim Menschen messen die Korbzellen 11—20 μ, die Molekularlage 0,15—0,40 mm und der Theil dieser Schicht, in welchem quere Fasern sich finden 0,12—0,22 mm. Dieselbe Länge haben somit auch die längsten Faserpinsel, während die kürzesten 0,07—0,08 mm betragen. Die Länge der queren Fasern, die in der Regel feiner sind, als bei der Katze, scheint hier grösser zu sein, wenigstens fand ich hier Fasern von 0,95 mm Länge, ohne behaupten zu können, dass dieselben in ihrer ganzen Ausdehnung erhalten waren.

Neben diesen merkwürdigen Korbzellen enthält die Molekularschicht des Cerebellum noch eine grosse Anzahl kleiner Nervenzellen, die ich kleine Rindenzellen heisse (Fig. 530 *m*). Zu denselben zählen im Allgemeinen die Zellen der äusseren Hälfte dieser Lage und wie es scheint auch einzelne mehr in der Tiefe befindliche, die alle wie multipolare Zellen sich verhalten. Ein nervöser Fortsatz scheint an allen diesen Zellen vorhanden zu sein, doch kommt derselbe nicht leicht zur Anschauung, und ist selten in grösserer Länge erhalten, daher ich, wie *Golgi* und *Ramón y Cajal*, nichts Näheres über denselben zu berichten weiss. Diese kleinen Zellen, die Korbzellen, die queren Fasern und die Faserkörbe färben sich bei Säugern und beim Menschen leicht, dagegen gelingt der genauere Nachweis der nervösen Fortsätze der Korbzellen und ihres Verhaltens nur an glücklichen feinen Schnitten.

B. Zellen der granulirten Lage oder der rostfarbenen Substanz.

In dieser Lage finden sich zweierlei Nervenzellen und zwar erstens die kleinen Körnerzellen und zweitens grosse multipolare Zellen mit reichverzweigtem nervösem Fortsatze.

I. Die kleinen Körnerzellen sind sehr eigenthümliche Elemente, wie solche sonst nirgends vorkommen. Nachdem man früher lange für und wider ihre nervöse Natur gestritten hatte, ohne eine sichere Entscheidung zu finden, gelang es endlich *Golgi* an versilberten Präparaten dieselben als multipolare kleine Zellen mit kurzen Protoplasmafortsätzen und je einem feinen nervösen Ausläufer zu erkennen (Tav. X). Doch wurde auch diesem bahnbrechenden Forscher das endliche genaue Verhalten der beiderlei Fortsätze nicht klar und ist es das grosse Verdienst von *Ramón y Cajal* das Richtige gefunden, und

das ganz merkwürdige Verhalten dieser Elemente aufgedeckt zu haben. *Ramón y Cajal*'s Beobachtungen wurden dann sofort von mir und später auch von *van Gehuchten* voll bestätigt.

Die kleinen Körnerzellen sind 5—10 μ, im Mittel 7 μ grosse Zellen von rundlich-eckiger Gestalt mit grossem Zellenkerne, der oft einen Nucleolus zeigt, und sehr dünnem unscheinbarem Protoplasmamantel, die in dichten Haufen die rostfarbene Lage einnehmen und sozusagen allein die Maschen des hier vorhandenen Nervenfaserplexus erfüllen. Jede Zelle giebt 3—5, selbst 6 Protoplasmafortsätze ab, die bei der Katze 10—40 μ, beim Menschen nach mir bis zu 60 und 76 μ Länge besitzen, und zeigt ausserdem auch einen nervösen Fortsatz, der in der Regel von einem Protoplasmafortsatze oft weit vom Zellenkörper entfernt entspringt, in selteneren Fällen von diesem selbst abgeht.

Fig. 536.

Die Protoplasmafortsätze (Fig. 536) sind zum Theil relativ dicke Fasern, die in der Regel erst an ihrem Ende sich verästeln und hier kurze Endbüschel bilden, deren Aestchen oft so dicht beisammen liegen, dass sie einzeln sich nicht verfolgen lassen. Andere Male erkennt man, dass dieselben wie kleine, einfache oder doppelte sternförmige Figuren darstellen, oder zierliche nach allen Seiten verzweigte kurze Bäumchen, oder endlich auch wie ringförmige hohle Bildungen, die, wie *Ramón y Cajal* meldet, andere Körner umfassen. Im Allgemeinen zeigen diese Fortsätze keine besondere Richtung in ihrem Verlaufe mit Ausnahme derer, die an die weisse Substanz angrenzen, deren Aeste zum Theil parallel den Grenzlinien derselben, zum Theil nach auswärts ziehen.

Die nervösen Fortsätze der Körnerzellen (Fig. 536 *n*) sind ausnahmslos auch an ihrer Abgangsstelle fein und dringen als solche in geschlängeltem Verlaufe gerade oder auf leichten Umwegen nach aussen in die molekulare Lage, um in dieser senkrecht aufzusteigen. An geeigneten Präparaten ist es nun nicht

Fig. 536. Zwei Körnerzellen *gr* der rostfarbenen Lage des Cerebellum der Katze, senkrechter Longitudinalschnitt. *n* Nervöser Fortsatz; *pr* Dendriten; *th* Theilungen der nervösen Fortsätze in der Molekularschicht und Uebergang derselben in je zwei longitudinale Fäserchen *l*; n^1 nervöse Zellenfortsätze, deren Zellen nicht sichtbar sind (*Golgi*, starke Vergrösserung).

schwer nachzuweisen, dass dieselben hier zu longitudinalen Elementen sich gestalten, nachdem sie vorher je in zwei Aestchen sich getheilt haben, von denen jedes mit dem Stämmchen einen rechten Winkel bildet. Ebenso erkennt man an vielen Orten, dass diese longitudinalen Fäserchen da und dort scheinbar frei enden und hier und da gelingt es auch eine Fibrille der Art von der Theilungsstelle an weit bis zu ihrem scheinbaren Ende zu verfolgen, und ihre Länge zu bestimmen, welche *Ramón y Cajal* zu 0,8—1,0 mm angiebt und die ich bei der Katze für den einen der Theilungsäste auf 0,20—0,62 mm bestimmte. Hierbei muss allerdings noch besonders betont werden, wie dies auch der spanische Gelehrte thut, dass die scheinbaren freien Enden, die immer unverästelt und fein zugespitzt erscheinen, möglicherweise doch keine solchen sind, indem sich in keiner Weise bestimmen lässt, ob das Silber diese Fäserchen in ihrer ganzen Länge gefärbt hat. An dünnen Schnitten erscheinen diese Elemente auch oft kürzer, weil ihre Enden abgeschnitten sind und darf man an solchen keine Bestimmungen ihrer Länge versuchen.

Ramón y Cajal beschreibt und zeichnet die longitudinalen Fäserchen beim Meerschweinchen als varicös und schwach geschlängelt; ich habe dieselben bei der Katze nur ohne Varicositäten und etwas stärker geschlängelt gesehen, während *v. Gehuchten* dieselben bei der Maus fast ganz gerade, aber ebenfalls ohne Anschwellungen darstellt.

Die Menge der longitudinalen Fäserchen ist eine ungemein grosse und zeigen longitudinale, senkrechte und tangentiale Schnitte von Windungen dieselben in Gestalt einer sehr dichten und feinen Streifung von Fäserchen, die die ganze Dicke der Molekularschicht bis in ihre äussersten Lagen durchsetzen. Ebenso genaue Aufschlüsse geben Querschnitte der Windungen, an denen diese Fäserchen als feine Pünktchen oder Strichelchen sich darstellen, die alle Zwischenräume zwischen den Verästelungen der *Purkinje*'schen Zellen einnehmen (Fig. 530 *gr*). In beiden Arten senkrechter Schnitte kommen auch die senkrecht aufsteigenden Stämmchen der longitudinalen Fäserchen zum Vorschein, die Theilungen derselben jedoch nur an Längsschnitten. Ausserdem beachte man noch, dass die genannten Stämmchen alle ungefähr dieselbe Länge besitzen, indem diejenigen der tiefsten Körner in den innersten Theilen der Molekularlage sich spalten, die nervösen Fortsätze der oberflächlichsten Körner dagegen in die äussersten Längsfäserchen der Molekularlage übergehen.

Ausnahmsweise kommen an diesem longitudinalen Fasersysteme noch besondere Verhältnisse vor. Als solche mache ich mit *Ramón y Cajal* namhaft 1. das sehr seltene Auftreten von Aestchen an den senkrechten Stammfasern innerhalb der Molekularlage, welche in longitudinale Fäserchen übergehen und 2. das Vorkommen von scheinbaren Stammfasern, die unter rechtem Winkel nur in Eine longitudinale Faser sich fortsetzen (*Ramón y Cajal*, Internat. Monatsschr. Bd. 6 Taf. XVII Fig. 3; *Kölliker* Fig. 4, *v. Gehuchten* Fig. 46). *Ramón y Cajal* denkt daran, dass eine solche Faser auch ein absteigendes Ende einer longitudinalen darstellen und — da er dieselbe nie mit einer Körnerzelle in Verbindung sah, wohl aber bis in die Nähe der weissen Substanz verfolgte — vielleicht in eine markhaltige Faser derselben übergehen könnte. Mir scheint jedoch gegen diese Möglichkeit vor allem das zu sprechen, dass solche rechtwinklig umbiegende Fasern auch an den besten Präparaten nur selten vorkommen, während dieselben, wenn die

von *Ramón y Cajal* angedeutete Möglichkeit begründet wäre, noch einmal so zahlreich sein müssten, als die nervösen Fortsätze der Körner. Ferner wäre in diesem Falle der Verlauf der nervösen Fortsätze ganz unbegreiflich.

Noch mache ich in Betreff der longitudinalen Fäserchen auf Folgendes aufmerksam. Am leichtesten färben sich dieselben in den innersten Theilen der Molekularschicht bis etwa zur Hälfte derselben, seltener in der ganzen Dicke dieser Lage. Ferner treten die Färbungen häufig nicht gleichmässig, sondern strichweise auf, so dass zwischen grösseren und kleineren Bündeln derselben Strecken vorkommen, in denen gar keine solchen Fäserchen gefärbt sind. Endlich beachte man, dass gewisse Schnitte diese Fäserchen als scheinbar senkrecht in der Molekularlage aufsteigende ergeben und zwar alle Querschnitte der Enden von Windungen.

Fig. 537.

II. Grosse Zellen der Körnerschicht oder *Golgi*'sche Zellen (Fig. 537, 538, 539). Die rostfarbene Lage des kleinen Hirns enthält ausser den kleinen auch grössere multipolare Zellen, die ich nach ihrem Entdecker *Golgi* benenne und welche zu *Golgi*'s Zellen des II. Typus mit reich verzweigten nervösen Fortsätzen gehören. Diese Elemente, deren Verhalten von *Ramón y Cajal* (Internat. Monatsschr. VII Taf. I Fig. 2 *fg*), von *mir* (Fig. 3 *g*, 14), *v. Gehuchten* (Fig. 33, 34) und *Retzius* bestätigt wurde, finden sich meinen neueren Untersuchungen zufolge in einer solchen Menge in der Körnerschicht, dass sie mit den Verästelungen ihrer Axonen ein die gesammte Körnerlage durchziehendes zusammenhängendes Geflecht oder Gewirr von Fäserchen erzeugen. Meist erheblich kleiner als die *Purkinje*'schen Zellen, andere

Fig. 537. Grosse Körnerzelle aus dem Cerebellum eines 17 Tage alten Hundes. Nach einem Präparate von *Ramón*. Nervöser Fortsatz roth. Die Dendriten durchziehen die ganze Molekularlage *m* bis zu der nur an jungen Gehirnen vorhandenen äusseren Körnerlage *ak*. Der Zellenkörper, der nervöse Fortsatz *w*, *n*, *n* und einige Dendriten liegen in der eigentlichen Körnerlage *k*. Stärkere Vergr., (*Golgi*).

Male aber auch denselben nahekommend, liegen die *Golgi*'schen Zellen entweder an der äusseren Grenze der Körnerschicht, z. Th. fast in Einer Höhe mit den *Purkinje*'schen Zellen, z. Th. mitten in dieser Lage drin oder selbst an der inneren Grenze derselben gegen die Markblätter zu (*Golgi* Tab. V, X, XI; *Kölliker* Fig. 3, 15, 16). Von einem eckigen Zellenkörper gehen nach verschiedenen Seiten drei bis sechs und mehr verästelte Fortsätze aus, die theils zwischen den Körnern verlaufen, theils in die Molekularschicht hineinziehen und in derselben oft weit nach aussen zu verfolgen sind, ausserdem aber auch, wie ich einmal in den tieferen Theilen des Cerebellum wahrnahm, in die weisse Substanz eindringen können (Fig. 539).

Fig. 538.

Die nervösen Fortsätze dieser Zellen gehen theils direkt vom Zellenkörper (*Golgi, Ramón y Cajal, ich*), theils (*v. Gehuchten*) von einem Protoplasmafortsatze ab und verbreiten sich mit ihren ungemein reich verzweigten Enden durch die ganze Dicke der granulirten Lage und in der Längsrichtung der Windungen oft doppelt so weit, um schliesslich mit denselben frei und ohne Anastomosenbildung auszugehen. Bei der ungemein reichen Entfaltung der nervösen Ausläufer dieser *Golgi*'schen Zellen des II. Typus ist natürlich die Zahl der Zellenkörper dieser Elemente eher eine spärliche, namentlich wenn man dieselbe mit derjenigen der kleinen Körnerzellen und der *Purkinje*'schen Zellen in Vergleichung stellt.

Ausser diesen Zellen unterscheidet *Golgi* noch vereinzelt und spärlich vorkommende spindelförmige multipolare Zellen der Körnerschicht von 20 μ Dicke (Tav. IX und XI) mit ebenfalls reich verzweigtem nervösem Fortsatze.

C. Nervenzellen im Innern der Markmasse des kleinen Gehirns.

Der *Nucleus dentatus cerebelli* besitzt im Wesentlichen den Bau des gezackten Olivenkernes. Das grauröthliche gefaltete Blatt desselben besitzt eine Dicke von 0,3 — 0,5 mm und besteht wesentlich aus Nervenfasern und aus Nervenzellen. Die letzteren sind gelblich gefärbt, von mittlerer Grösse

Fig. 538. Grosse Zelle der Körnerschicht des Cerebellum der Katze mit roth dargestelltem nervösem Fortsatze. Starke Vergr. Methode von *Golgi*.

(18—36 μ) mit zwei bis fünf reichverästelten Protoplasmafortsätzen und einem Achsencylinderfortsatze, der sich nie auf grössere Strecken verfolgen liess (Fig. 540). Dieselben stehen in dem grauen Blatte des gezackten Kernes ohne Regelmässigkeit in den äusseren, mittleren und inneren Lagen und nicht besonders dicht, sodass etwa 6—10 Zellen auf die gesammte Breite des Kernblattes kommen. An versilberten Präparaten von jungen Geschöpfen ergiebt sich ferner in Betreff des Verhaltens der Nervenfasern dasselbe, was von der grossen Olive bereits erwähnt wurde, dass nämlich ausser den mehr oberflächlich gelegenen Achsencylindern der Nervenzellen noch besondere feine Binnenfasern vorkommen, die mit feinsten Verästelungen um die Zellen herum enden.

Von den kleinen Kernen stimmt der Pfropfkern im Wesentlichen mit dem *Nucleus dentatus* überein, wogegen der Dachkern durch 45—67 μ grosse Nervenzellen sich auszeichnet, die schon in meiner Mikr. Anatomie als pigmentirte Zellen der von mir als *Substantia ferruginea superior* benannten Lage im Dache des vierten Ventrikels beschrieben wurden. Diese Zellen sind, wie ich jetzt aussagen kann, alle multipolar, fast alle intensiv und feinkörnig pigmentirt mit grossem Kerne und Nucleolus. Meist liegen dieselben in gewissen Abständen, seltener 2, 3—4 näher beisammen und breiten sich mit ihren mässig reich verästelten, 4—9 μ und mehr dicken Protoplasmafortsätzen über ausgedehnte Strecken mitten unter zahlreichen Nervenfasern aus, von denen einzelne den bedeutenden Durchmesser von 18—20 μ erreichen, während die Mehrzahl 2,6—9,0 μ darbietet. Jede dieser Zellen hat einen einfachen, meist nach dem *Pedunculus*

Fig. 539.

Fig. 539. *Golgi*'sche Zelle mit weniger reich verästeltem nervösem Fortsatze, der in die Marksubstanz *m* eindringt, während die Protoplasmafortsätze theils in die Körnerlage *K*, theils in beide Schichten der reingrauen Lage *g* und *gr*¹ eindringen. Vergr. und Methode wie vorhin. Von einer jungen Katze.

cerebelli zu gerichteten Achsencylinderfortsatz, den ich nie länger erhalten fand, und wird an versilberten Präparaten von feinsten Faserverästelungen umgeben, ähnlich denen des *Nucleus dentatus*.

Der Kugelkern stimmt in seinem Verhalten wesentlich mit dem Dachkerne überein, nur sind seine Zellen im Mittel etwas kleiner.

Bei unseren Säugethieren (Hund, Katze, Kaninchen) verhalten sich diese tiefen Kerne des Cerebellum in Manchem anders als beim Menschen (s. Fig. 528). Vor allem fehlt ein *Nucleus dentatus* als gefaltetes Blatt und wird derselbe durch eine im Querschnitte annähernd viereckige, zusammenhängende starke Masse grauer Substanz vertreten, die in gewissen Gegenden wie aus zwei Abschnitten besteht, von denen die mediale vielleicht dem Kugel- und Pfropfkerne des Menschen verglichen werden kann. Ausserdem ist ein deutlicher Dachkern als paarige Bildung von im Querschnitte dreieckiger Gestalt vorhanden. Die Elemente aller dieser Kerne sind schöne multipolare Zellen, z. Th. mit sehr zahlreichen Ausläufern und einer Grösse von 30 — 60 μ und darüber, von denen die grössten im tiefsten und im lateralen Theile des *Nucleus* der Hemisphären vorzukommen scheinen. Alle diese Zellen zeichnen sich durch den langen Verlauf und die im Ganzen nicht zahlreichen Verästelungen ihrer Protoplasmafortsätze aus, sowie dadurch, dass diese meist wie Nervenfasern zierlich varicös erscheinen. Von den Achsencylinderfortsätzen ist, abgesehen von ihrem Vorkommen und ihrer Richtung nach den Crura zu, auch hier nichts weiter zu melden, da dieselben nie länger erhalten waren.

Fig. 540.

Fig. 540. Nervenzellen des *Nucleus dentatus cerebelli* des Menschen. Alle nervösen Fortsätze gegen die Oberfläche der grauen Lamelle gerichtet. Starke Vergr. *(Golgi.)*

In Betreff der zelligen Elemente des kleinen Gehirns von Thieren vergleiche man die Arbeiten von *Fusari* (Intorno alla fina anatomia dell' encefalo dei Teleostei, Atti d. R. Acad. dei Lincei 1887), *Ramón* und *Luciani* (La corteccia del Cervelletto, Napoli 1893). *Luciani* hat auch bei den Säugern auf besondere Formen der Korbzellen und Zellen der Molekularlage aufmerksam gemacht (p. 119 u. ff. Fig. 4. 5 auf Taf. III).

§ 150.

Nervenfasern des kleinen Gehirns, *Neuroglia*.

I. Markhaltige Nervenfasern. In den Markblättern der Windungen des Cerebellum verlaufen die dunkelrandigen Fasern, die zu den feineren

tr

q

w K m

Fig. 541.

gehören und verschiedentlich mit feinsten Elementen gemengt sind, im Wesentlichen einander parallel in den Ebenen der Blätter der weissen Substanz. Wo dann an den Rändern und Seitenflächen der Windungen graue Substanz an die Markblätter anstösst, lösen sich von denselben einzelne Fasern und Faserbündel ab, um, in die rostfarbene Lage eindringend, dieselbe in ihrer ganzen Dicke zu durchziehen und in ihr den längst (Mikr. Anat.) von mir beschriebenen

Fig. 541. Querschnitt einer Windung des Cerebellum des Menschen. Geringe Vergr. Methode von *Weigert*. Erklärung wie Fig. 528.

feinen und dichten Plexus zu bilden, der die Granula und die *Golgi*'schen Zellen in seine Maschen aufnimmt (Fig. 542). Anders gestalten sich die Verhältnisse in der Tiefe der Furchen, indem hier die Markblätter vorwiegend bogenförmige Fasern zeigen, die, ähnlich denen des grossen Hirns, wie Kommissurenfasern der einzelnen Windungen darzustellen scheinen und nur spärliche Fasern an die Körnerlage abgeben. Untersucht man den genannten Plexus genauer, so findet man, dass derselbe eine gewisse Zahl gröberer Fasern enthält, die mehr gerade gegen die Molekularschicht verlaufen, Elemente, die unzweifelhaft einem guten Theile nach Fortsetzungen der Achsencylinderfortsätze der *Purkinje*'schen Zellen sind. Auf der anderen Seite ist jedoch nicht daran zu denken, dass der Plexus der rostfarbenen Lage und somit auch die Markblätter einzig und allein aus solchen Fasern bestehen, wie *Henle* vermuthet, vielmehr ist sicher, dass derselbe noch eine Unmasse anderer markhaltiger Fasern enthält, die in die Molekularschicht eindringen. Verfolgt man nämlich den Plexus bis gegen die *Purkinje*'schen Zellen hin, so findet man, dass seine Elemente dicht unterhalb der Zellen in eine Lage von Querfasern übergehen, welche an Querschnitten der Windungen als eine ganz zusammenhängende erscheint (Fig. 542), an tiefen Tangentialschnitten dagegen aus getrennten Querbündeln besteht, die durch zahlreiche feine Brücken zusammenhängen. Längsschnitte vervollständigen das Bild und zeigen die Querbündel im Durchschnitte in Gestalt nicht scharf begrenzter runder Ansammlungen von Punkten (s. *Kölliker*, Kleines Gehirn).

Fig. 542.

Von diesen oberflächlichen Querbündeln aus entwickeln sich dann eine Menge schief und gerade aufsteigender feiner markhaltiger Fasern (Fig. 542), welche die *Purkinje*'schen Zellen umfassend und zwischen denselben durchziehend in die Molekularschicht eintreten und in dieser zumeist eine ganz bestimmte Richtung einschlagen und zwar die longitudinale. An reinen Querschnitten erscheinen somit diese Elemente als Pünktchen, die nach aussen von den *Purkinje*'schen Zellen und auch zwischen denselben liegen, und an Längs-

Fig. 542. Cerebellum des Menschen vom Querschnitte einer Windung. Drei *Purkinje*sche Zellenkörper sichtbar; *m* Molekularlage; *q* Querfaserschicht; *k* Körner. *(Weigert).*

schnitten der Windungen findet man eine Zone parallel der Oberfläche der Windungen verlaufender Fäserchen. Ausser diesen Elementen finden sich jedoch ohne Ausnahme auch eine gewisse Zahl radiärer, gerade oder leicht schief aufsteigender markhaltiger Fäserchen in der Molekularschicht, über deren Menge es nicht leicht ist, sich eine richtige Vorstellung zu verschaffen. Im Allgemeinen sind dieselben an reinen Querschnitten seltener, häufig dagegen an Längsschnitten der Windungen. Doch können dieselben auch an Querschnitten häufiger sein (Fig. 542), ja selbst allein vorkommen, letzteres jedoch nur dann, wenn ein solcher Schnitt das Ende einer Längswindung trifft.

In Betreff der Verbreitung dieser markhaltigen Fäserchen in der Molekularschicht, so haben mir neue Untersuchungen wesentlich Anderes ergeben als früher. Es ist zwar richtig, dass dieselben am zahlreichsten und schönsten entwickelt im innern Fünftheile oder Viertheile der Molekularschicht sich finden, doch fehlen dieselben auch in den äusseren und selbst in den oberflächlichsten Lagen dieser Schicht nicht, wenn auch zuzugeben ist, dass dieselben hier meist nur vereinzelt und nur in den besten Präparaten zur Anschauung kommen.

Fig. 543.

An den markhaltigen Nervenfasern der Molekularlage finden sich an *Weigert*'schen Präparaten des Menschen und der Katze hie und da, wenn auch im Ganzen selten, Theilungen der Nervenfasern (*Kölliker*, Cerebellum Fig. 11) und halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass solche auch im Plexus der rostfarbenen Schicht und selbst in der weissen Substanz nicht fehlen, namentlich

Fig. 543. Durchschnitt durch eine Windung des Cerebellum eines Kätzchens von 11 Tagen *(Golgi)*. Geringere Vergr. *a* äussere Körnerlage der Molekularlage; *b* innere gestreifte Lage derselben; *c* *Purkinje*'sche Zellen; *d* rostfarbene Lage; *e* Nervenfasern der Marksubstanz oder Moosfasern mit peripheren Verästelungen; *f* Gliazellen, deren Zellenkörper zum Theil tief in der rostfarbenen Lage sitzt, während ihre Enden die ganze Molekularlage dicht durchziehen.

mit Rücksicht auf die Beobachtungen von *Golgi*, *Ramón y Cajal* und *mir* über Theilungen an mit Silber gefärbten Fasern dieser Lagen bei jungen und alten Thieren.

II. Durch Silber sich färbende, marklose (?) Nervenfasern. Abgesehen 1. von den Achsencylinderfortsätzen der kleinen Körnerzellen, die in die longitudinalen Fäserchen der Molekularlage übergehen, 2. den nervösen Fortsätzen der kleinen Zellen der Molekularschicht, die die Faserkörbe um die *Purkinje*'schen Zellen bilden, 3. den reich verästelten nervösen Fortsätzen der *Golgi*'schen Zellen der Körnerschicht und 4. den Nebenausläufern der Achsen-

Fig. 544.

cylinderfortsätze der *Purkinje*'schen Zellen, enthält die Rinde des kleinen Gehirns noch zahlreiche durch Silber sich färbende Nervenfasern, welche aus der weissen Substanz abstammend in der Rinde sich ausbreiten. *Ramón y Cajal* unterscheidet in seiner neuesten Arbeit zweierlei solcher Elemente.

a) Die Moosfasern (*Fibras musgosas*), welche in der rostfarbenen Lage sich ausbreiten und sowohl im Verlaufe, als an den Theilungsstellen und an den Enden moosartige Anhänge tragen. Abgebildet sind diese Fasern in der

Fig. 544. Kletterfasern aus dem Cerebellum einer 11 Tage alten Katze (Nr. 7). *K* Körnerlage; *gr* reingraue Lage innerer streifiger Theil; *gr'* äussere granulirte Lage derselben; *st* Stämmchen der Kletterfasern; *e* Endverästelungen. Starke Vergrösserung. Methode von *Golgi*.

Riv. trimestr. März 1889 Taf. XII Fig. 1 *d, e* kopirt in der Internat. Monatsschrift Bd. VI Taf. I Fig. 1, Bd. VII S. 461 Fig. 6*n*, von einem Hunde von 15 Tagen und einer erwachsenen Ratte, dann bei *Retzius, v. Gehuchten* und (Fig. 543). Die Mehrzahl der Fasern, die aus der weissen Substanz in die Körnerschicht treten, sollen nach *Ramón y Cajal* diese Beschaffenheit zeigen und die eigenthümlichen Anhänge derselben besonders bei jungen und neugeborenen Säugern schön entwickelt sein. Die letzten Enden dieser Nervenfasern, von denen jede oft 20—30 Nebenverästelungen besitzt und über einen grossen Bezirk sich ausdehnt, finden sich zum Theil verfeinert in der Höhe der *Purkinje*schen Zellen und scheinen in longitudinale Fäserchen überzugehen, zum Theil dringen dieselben tiefer in die Molekularlage ein und können selbst die äusseren Theile derselben erreichen (Intern. Monatsschr. VII Taf. I Fig. 1).

b) Ausser diesen Elementen, die *Ramón y Cajal* geneigt ist, für sensible Endfasern von Achsencylindern entfernter Nervenzellen zu halten, beschrieb dieser Autor in seinen früheren Arbeiten noch zweierlei Fasern in der Rinde des Cerebellum und zwar 1. solche, welche in der Molekularlage mit sternförmigen Verästelungen (*por figuras estrelladas*) endigen (Riv. trimestr. Aug. 1888 Taf. VI Fig. 3; März 1889 Taf. XII Fig. 5; Intern. Monatsschr. Bd. VI Taf. XVIII Fig. 1a *f*, Taf. XIX Fig. 10) und 2. andere, die um die *Purkinje*'schen Zellen von innen herum Nester (*nidos pericellulares*) bilden (Riv. trimestr. März 1889 Taf. XII Fig. 1 a, b, c; Internat. Monatsschr. Bd. VII Taf. I Fig. 1). Nach den neuesten Untersuchungen von *Ramón y Cajal* gehören jedoch diese beiderlei Fasern zusammen und sind die sub 2. genannten Elemente nur Entwicklungsstadien der andern (Internat. Monatsschr. Bd. VII S. 458 u. ff. Fig. 5 u. 6).

Fig. 545.

Meine eigenen Erfahrungen dienen zum Theil als Bestätigungen der Beobachtungen des spanischen Forschers, zum Theil ergeben dieselben einfachere Verhältnisse. Was erstens die Moosfasern anlangt, so finde ich dieselben nur bei Embryonen und jungen Thieren in der charakteristischen Form, welche die Fig. 543 wiedergiebt, und zwar zeigten sich solche Fasern am schönsten bei neugeborenen Säugern (Hunden, Katzen, Ratten, Mäusen und Kaninchen). Auch beim Menschen, bei dem diese Fasern noch nicht beobachtet waren, fand *ich* dieselben bei einem Kinde von 1½ Monaten, allerdings lange nicht so schön wie die Fig. 543 sie zeigt, aber doch an manchen Stellen deutlich mit

Fig. 545. Dieselben Elemente wie vorhin von einem Kinde von 1½ Monaten (Nr. 11). Vergr. und Buchstaben wie bei Fig. 544. Methode von *Golgi*.

Verästelungen der knotigen Stellen, während andere Fasern nur einfache Verdickungen ohne Ausläufer zeigten. Verfolgt man nun bei jungen Thieren die Fasern der Körnerschicht genauer, so überzeugt man sich leicht, dass lange nicht alle Fasern solche Verdickungen mit Ausläufern tragen und ergiebt sich bei einer weiteren Vergleichung, dass alle sogenannten Moosfasern nur ein Entwicklungsstadium von glatten Fasern darstellen, die aus der weissen Substanz in die Körnerschicht und auch in die Molekularlage eintreten (Fig. 546). Diese Fasern hat offenbar schon *Golgi* in seiner Taf. XI dargestellt und dieselben Elemente zeigt auch die Fig. 21 meiner Arbeit über das *Cerebellum*, wobei ich nur bemerke, dass diese Bildungen auch häufig Varikositäten zeigen. Weiter wäre nun noch anzuführen, dass das Vorkommen der Moosfasern viele Wechsel zeigt. So fand ich z. B. dieselben bei einer neugeborenen Katze wenig ausgeprägt und selten, während dieselben bei einem elf Tage alten Thiere ausnehmend schön waren (Fig. 543) und ganz dasselbe kam mir auch bei andern Geschöpfen vor. Bei erwachsenen Geschöpfen finden sich überhaupt die ausgeprägten Formen, bei denen aus den einzelnen Anschwellungen der Fasern ganze Büschel feinster Fibrillen entspringen, niemals, sondern höchstens Faserverbreiterungen, die am Rande wie gezackt erscheinen, oder, und das ist das Häufigste, einzelne Verdickungen an den Enden und im Verlaufe der Fasern.

Fig. 546.

In Betreff der Endigungen dieser Fasern, die ich im Sinne von *Golgi* und *Ramón y Cajal* als sensible und centripetale Endfasern der Kleinhirnrinde bezeichne, ist sicher, dass dieselben nicht nur in der Körnerschicht, sondern auch in der Molekularlage sich finden und zwar ergiebt sich in letzterer ein doppeltes Verhalten, indem die einen Fasern in der Richtung der Dicke derselben verlaufen, die andern in Längsfasern sich umbiegen, wie dies auch *Ramón y Cajal* von seinen Moosfasern angiebt (l. c.). Bei jungen Geschöpfen, bei denen die longitudinalen Fäserchen, die mit den Körnern zusammenhängen, in den äussersten Schichten der eigentlichen Molekularlage (d. h.

Fig. 546. Aus dem Kleinhirn eines 3 Tage alten Hundes zur Demonstration centripetal sich verästelnder Fasern. *Golgi*. Stärkere Vergrösserung. *a* Aeussere Körnerlage; *b* Molekularlage mit aussen und innen zahlreichen, dazwischen spärlichen Achsencylinderfortsätzen der inneren Körnerzellen; *c* *Purkinje*'sche Zellenkörper angedeutet; *d* innere Körnerlage; *e* centripetale Nervenfasern.

nach innen von der äusseren Körnerschicht) zuerst auftreten, hat es oft den Anschein, als ob die sensiblen Endfasern in diese longitudinalen Elemente übergingen, doch ist dies nicht wirklich der Fall und müssen die beiderlei Bildungen wohl auseinandergehalten werden. Bei erwachsenen Geschöpfen (Mensch) lässt *Golgi* die Elemente, die ich sensible Endfasern hiess, theils in longitudinale, theils in radiär verlaufende Fasern der Molekularlage übergehen.

Bei Besprechung der Endigungen der sensiblen Endfasern der Rinde des Cerebellum wirft sich nun noch die Frage auf, ob die Fasern, die nach *Ramón y Cajal* mit sternförmigen Verästelungen enden und in ihren früheren Zuständen die *nidos pericellulares* bilden, besondere abweichende Bildungen darstellen, oder mit den *Fibras musgosas* in Eine Kategorie gehören. Ich kann nach eigenen Erfahrungen fasst Alles bestätigen, was *Ramón y Cajal* in seiner letzten Mittheilung vom 15. Juni 1890 über die Beziehungen dieser Fasern, die ich der Kürze wegen „Sternfasern“ oder Kletterfasern nennen will, zu den *Purkinje*'schen Zellen mitgetheilt hat (Fig. 544, 545). Nichtsdestoweniger bin ich schliesslich zu der Ueberzeugung gekommen, dass diese Fasern und die *Fibras musgosas* zusammen gehören und dass beide centripetale Endfasern darstellen. Meine Erfahrungen ergeben nämlich folgendes:

1. Besitzen die Stämme der Sternfasern nicht selten knotige Anschwellungen, wie diejenigen der Moosfasern.

2. Gehen entschiedene Moosfasern hier und da in den tiefsten Theilen der Molekularschicht in rundliche oder längliche Knäuel von feinen Aestchen aus, die an die *nidos pericellulares* erinnern.

3. Umgeben die Sternfasern durchaus nicht immer *Purkinje*'sche Zellen, sondern laufen oft ganz selbständig in die Molekularlage aus.

4. Endlich konnte ich mich nicht davon überzeugen, dass die Sternfasern auf den Stämmen und Aesten der *Purkinje*'schen Zellen weiter wuchern, wie *Ramón y Cajal* es beschreibt, gegen welche Annahme auch der verschiedene Verästelungstypus beider Theile spricht.

Die aus diesen Beobachtungen folgenden Ableitungen, dass die Sternfasern oder Kletterfasern zu den centrifugalen Endfasern gehören, und möglicherweise nur eine kleine Abweichung derselben darstellen, will ich allerdings vorläufig nicht als über jeden Zweifel erhaben hinstellen; immerhin scheinen mir dieselben ebensowohl begründet zu sein, wie das Gegentheil, und möchte ich zum Schlusse nur noch betonen, dass diese Fasern im voll entwickelten Zustande, bei erwachsenen Geschöpfen, nicht mehr so eigen aussehen, wie bei jungen Thieren und mehr die Beschaffenheit einer einfachen Endverästelung haben.

Zum Schlusse ist nun noch die Frage zu erörtern, wie die an *Weigert*'schen Präparaten sichtbaren dunkelrandigen Fasern und die an *Golgi*'schen Objekten wahrnehmbaren Elemente zu einander stehen. In dieser Beziehung ist Ein Punkt wohl ganz sicher und das ist der, dass die nervösen Fortsätze der *Purkinje*'schen Zellen markhaltig sind, dagegen muss es vorläufig unentschieden bleiben, ob auch die Collateralen derselben Myelinscheiden besitzen. Für ebenso sicher halte ich es ferner, dass alle centripetalen Fasern, die Moosfasern, glatten Fasern und Kletterfasern in dieselbe Kategorie gehören. Somit wären für die weissen Blätter der Windungen, den markhaltigen Plexus der Körnerlage und seine

Ausstrahlungen in die Molekularlage die entsprechenden Elemente an *Golgi*'schen Präparaten von jungen und erwachsenen Geschöpfen gefunden. Auf der andern Seite scheint mir, dass alle Elemente, die das Silber bei erwachsenen Geschöpfen färbt, marklos sind, zu welchen somit gehören würden a) die Achsencylinder der kleinen und grossen Körnerzellen und diejenigen der Korbzellen der Molekularlage. Die Zweifel, die ich früher zum Theil in dieser Beziehung hegte (Kleinhirn S. 682 und folgende), gebe ich hiermit auf und betone nur noch ganz besonders, dass wenn so auffallende Bildungen, wie die Achsencylinder der kleinen Körnerzellen und die Faserkörbe um die *Purkinje*'schen Zellen markhaltig wären, dieselben nothwendig an *Weigert*'schen Präparaten zur Anschauung kommen müssten.

III. Neuroglia. Die Neuroglia des kleinen Gehirns besteht aus zelligen Elementen von zwei Typen. Die einen sind sternförmige Zellen von

Fig. 547.

ansehnlicher Grösse, die mit verästelten und ungemein langen, feinen, glatten Ausläufern, in reichlichster Anzahl die gesammte weisse Substanz durchziehen und überall auch an die Gefässwandungen sich ansetzen, jedoch soviel ersichtlich ist, keine Verbindungen untereinander eingehen (Fig. 547). Aehnliche Sternzellen von geringerer Grösse finden sich in mässiger Menge auch in der Körnerschicht.

Andere Elemente eigenthümlicher Art beherbergen die äusseren Lagen der Körnerschicht (Fig. 543) und zwar ganz unregelmässige und mannigfach verschieden gestaltete grosse und kleine Zellen, deren Haupteigenthümlichkeit die ist, dass sie lange, feine, mässig unter spitzen Winkeln sich verästelnde Fortsätze durch die ganze Molekularschicht hindurchsenden, während die sehr zahlreichen übrigen Zellenausläufer alle ganz kurz sind. Bei jungen Geschöpfen namentlich treten

Fig. 547. Gliazellen aus dem Cerebellum des Menschen. Starke Vergr. *Golgi.*

diese Elemente, die die baumförmigen heissen können, in zwei Formen auf, einmal als kleinere Zellen, deren Körper an der Grenze der Körner- und der Molekularschicht liegt und als grössere, mitten in der Körnerlage befindliche Zellen (Fig. 543), doch lassen auch erwachsene Thiere oft deutlich beiderlei Elemente erkennen.

Alle diese Zellen gehen mit ihren langen Ausläufern durch die ganze Molekularlage hindurch und enden an der Oberfläche derselben mit dreieckigen oder birnförmigen, schon vor Jahren von *Bergmann* gesehenen Verbreiterungen (5. Aufl. S. 269).

Eine besondere Form von Gliazellen beherbergt der *Nucleus dentatus*. Dieselben sind sternförmig mit reich verästelten zum Theil dicken Ausläufern und stellen eine Mittelform dar zwischen denen der Fig. 415 und 416.

In der oberflächlichen Körnerlage, welche bei Embryonen und jungen Thieren die noch wenig ausgebildete Molekularlage des kleinen Gehirns deckt (*Vignal*, Arch. d. Phys. norm. et path. 1880 Nr. 7, *Schwalbe, Obersteiner, Ramón, ich*) und die als ein Entwicklungsstadium derselben anzusehen ist, beschreibt *Ramón* besondere Gebilde (Intern. Monatsschr. VII S. 447 und Gaz. sanit. Barcelona, 10. Febr. 1890). Er theilt diese Schicht in eine äussere Zone, die er epitheloide nennt, und eine innere mit bipolaren horizontal stehenden Zellen, deren Einer Fortsatz ein nervöser sein könnte. In der Molekularlage fanden sich ebenfalls noch nicht beschriebene, senkrechtstehende bipolare Zellen, deren aufsteigende Ausläufer nervöse Fortsätze zu sein scheinen und an horizontale Fasern der vorhin genannten tieferen Zone der äusseren Körnerschicht sich ansetzen (l. c. Fig. 2). Beim Erwachsenen fanden sich diese Elemente bis jetzt nicht und da auch die eigentlichen Körner bei jungen Geschöpfen schon vollkommen ausgebildet sind, ist auch nicht daran zu denken, dass sie Entwicklungsstadien derselben seien.

§ 151.

Zusammenhang der Elemente des Kleinhirns. Physiologische Ableitungen.

Der Bau des Rinde des Cerebellum und die Beziehungen dieses Organes zu den benachbarten Hirntheilen sind so verwickelt, dass es mit ungemeinen Schwierigkeiten verknüpft ist, zu einigermassen befriedigenden Aufstellungen zu gelangen. Man wolle daher das Folgende nur als einen vorläufigen, unmassgeblichen Versuch betrachten.

Was erstens die Rinde des Organes betrifft, so finde ich bei dieser nur zwei bestimmte Anhaltspunkte und zwar einmal, dass die *Purkinje*'schen Zellen die einzigen Neurodendren sind, welche in centrifugaler Richtung Wirkungen des Organes in die Ferne übertragen und zweitens, dass die Moosfasern und Kletterfasern allein im Stande sind, in centripetaler Richtung Einwirkungen der umgebenden Theile zur Rinde zu leiten. Da nun ferner diese beiderlei Elemente in allen Theilen des Kleinhirns in ganz gleicher Weise vorkommen, so müssen auch alle Abschnitte des ganzen Organes mit Bezug auf die erwähnten centripetalen und centrifugalen Leitungen sich gleich verhalten. Und wenn ich eben von Wirkungen der Rinde in die Ferne und von Einwirkungen der umgebenden Theile auf dieselbe sprach, so hatte ich nicht nur die *Medulla oblongata*, die Brücke und das grosse Gehirn im Auge, sondern auch nähere oder entferntere Theile des Cerebellum selbst, wie die Hemisphären und die inneren Kerne, den Wurm und die Hemisphären, beide Hemisphären und selbst einzelne Windungen.

Soweit wäre alles einleuchtend, wie aber gestalten sich nun in der Rinde die Beziehungen der zahlreichen Neurodendren zu einander? Bei weiterer Erwägung aller Verhältnisse ergiebt sich, dass bei den centrifugalen Leitungen keine Komplikationen möglich sind, denn für diese sind nur die *Purkinje*'schen Zellen da. Somit müssen alle andern Neurodendren, die grossen und kleinen Körnerzellen, die Korbzellen und die kleinen Rindenzellen, einzig und allein den Zuleitungen der Erregungen durch die centripetalen Bahnen dienen.

Von diesem Gesichtspunkte aus halte ich nun folgende Hypothese für berechtigt: Die Moosfasern, die namentlich in der Körnerlage sich reich verästeln, wirken auf die kleinen und grossen Zellen der Körnerlage und sind hierbei, wie *Ramón* noch vor kurzem sich geäussert hat, die eigenthümlichen Anhänge oder Ausläufer dieser Fasern vielleicht von besonderer Bedeutung als die Uebertragungen erleichternde Einrichtungen. Die grossen Körnerzellen sind einfach Associationszellen, müssen aber offenbar, der ungemein reichen Verästelung ihres nervösen Fortsatzes halber und weil sie in zusammenhängender Lage durch die ganze Körnerschicht vorkommen, von grösster Wichtigkeit sein, während die kleinen Körnerzellen durch ihre Endigungen in der Molekularlage auf die Dendriten der *Purkinje*'schen Zellen einwirken, wie dies schon *Ramón* wahrscheinlich gemacht hat. So blieben nur noch die Korbzellen und kleinen Zellen der Molekularlage ohne Verwendung, doch lassen sich, wie mir scheint, zur Verknüpfung dieser mit dem übrigen Systeme die centripetalen Fasern verwerthen, die in die Molekularlage eindringen, d. h. die in der Fig. 546 abgebildeten Elemente und die Kletterfasern. Durch diese centripetalen Elemente würden vor allem die Korbzellen angeregt und durch diese wieder die Zellenkörper der *Purkinje*'schen Zellen und in derselben Weise könnten auch die kleinen Zellen der Molekularlage Impulse erhalten und dieselben den Dendriten der *Purkinje*-schen Zellen mittheilen. Was endlich die sehr zahlreichen rückläufigen Aeste der Achsencylinderfortsätze der *Purkinje*'schen Zellen anlangt, so können dieselben unmöglich eine andere Bedeutung haben, als die von Associationsfasern, die die Erregungen, die von ihren Zellen ausgehen, schon in nächster Nähe auf andere *Purkinje*'sche Zellen oder möglicher Weise selbst auf andere Zellen übertragen.

Soviel von den Elementen der Rinde und ihren Funktionen. Was nun die Fernwirkungen des kleinen Gehirns anlangt, so bin ich der Meinung, dass die centrifugalen Leitungen alle in erster Linie von den *Purkinje*'schen Zellen ausgehen. Nehmen wir an, dass diese einem Theile nach im *Nucleus dentatus*, *N. tecti* und den kleinen Kernen, auch der Brücke und in den Oliven, enden, so würden die Neurodendren dieser Kerne die centrifugalen Leitungen übernehmen und von diesen aus könnte dann das grosse Gehirn durch die Bindearme und den *Nucleus dentatus* und durch die Brückenkerne beeinflusst werden und die *Medulla oblongata* und *Medulla spinalis* durch die *Pedunculi cerebelli* und die Oliven. Ausserdem würden die Brückenkerne auch als Elemente einer Kommissur von rechts und links wirksam sein können. In weiterer Ausführung dieser Verhältnisse ist anzunehmen, dass, weil alle Windungen des kleinen Gehirns centripetale und centrifugale Elemente in ganz den nämlichen Verhältnissen besitzen, auch alle *Crura cerebelli* beiderlei Fasern in gleicher Menge enthalten müssen. Eine solche Annahme macht bei den Bindearmen und den *Crura media* keine Schwierigkeiten, denn bei diesen ist die

Herleitung der beiderlei Fasern nicht schwer, bei den *Pedunculi* dagegen bestehen noch Schwierigkeiten. Bei den Bindearmen wären centrifugale Elemente II. Ordnung die Zellen des *Nucleus dentatus*, die als centripetale Leitungen zum Gehirn gingen, und als centripetale Elemente müssten die Achsencylinderfortsätze von gewissen Hirnzellen angesehen werden. Bei den *Crura media* wären, beim Kommissurensysteme derselben, centrifugale Fasern die *Purkinje*'schen Zellenbahnen, centripetale die Achsencylinder von Brückenkernzellen; doch könnte auch, wie *Ramón* dies für den Balken im grossen Hirne festgestellt hat, ein *Purkinje*'sches Nervenbäumchen auf der rechten Seite eine centrifugale, auf der linken eine centripetale Bahn darstellen für den Fall, dass dasselbe, wie die Balkenfasern, von einer Hemisphäre zur andern ginge.

Die *Pedunculi cerebelli* hätten als zuleitende Fasern die der sensiblen aus dem Rückenmarke und aus der *Oblongata* (Kleine Oliven, Kern von *Deiters*) stammenden Leitungen. Und für die centrifugalen Bahnen ist die einzige Möglichkeit die, *Purkinje*'sche Fasern zu den Oliven zu leiten, in welchem Falle ihre Enden zu den Binnenfasern der Olive sich gestalten würden und die in der Olive entspringenden Fasern entweder in das Rückenmark *(ich)* oder in das grosse Gehirn *(Bechterew)* oder in beide zu leiten wären.

Zum Schlusse noch eine Bemerkung: Kein Theil des Gehirns ist in seinem Baue so verwickelt, wie das kleine Gehirn und ist bei demselben vor allem die Zahl der Bahnen, auf denen seine wichtigsten, in die Ferne wirkenden Nervenbäumchen, die *Purkinje*'schen Zellen und ihre Ausläufer, in Thätigkeit versetzt werden können, eine ganz erstaunliche, die selbst im grossen Gehirne, dem Sitze der psychischen Funktionen, kaum ihres Gleichen findet. Gehen wir nun davon aus, dass das kleine Gehirn das Organ ist, das die zusammengesetzten Muskelbewegungen ermöglicht und die Koordination der verschiedenen Muskelgebiete beherrscht, so liegt es nahe, diese Funktion und die unzähligen anatomischen Möglichkeiten der Ausbreitung und Uebertragung von Erregungen auf die zahlreichsten und mannigfachsten Elemente, die im kleinen Gehirne gegeben sind, in Wechselbeziehung zu setzen und zu sagen, ebenso wie das Cerebellum durch seinen Bau die mannigfachsten Associationen und Einwirkungen seiner Elemente auf einander gestattet und möglich macht, in gleicher Weise vermittelt dasselbe auch die unbeschränktesten und verwickeltesten Synergieen und Kombinationen einzelner Muskeln, verschiedener Muskelgruppen und der Gesammtmuskulatur des Körpers.

§ 152.

Mittelhirn und Vorderhirn. Allgemeines.

Das Mittelhirn, welches in frühen Lebensperioden einen Hauptbestandtheil der Hirnanlage bildet, sinkt im Laufe der Entwickelung beim Menschen zu einem verhältnissmässig unbedeutenden Abschnitte herab, der nur wie eine Auflagerung auf die Hirnstiele sich darstellt, aber nichts destoweniger physiologisch als sehr bedeutungsvoll erscheint, insofern als derselbe mit zwei Sinnesapparaten, dem Gehörorgane und dem Auge, in sehr innigen Beziehungen steht. Anders das Vorderhirn. Von einem bescheidenen Anfange aus entwickelt sich dasselbe, je höher man in der Thierreihe steigt, um so mächtiger und stellt endlich das so ungemein verwickelt gebaute grosse Gehirn dar, in welchem graue Substanz theils grosse innere Ansammlungen, wie den Sehhügel (Fig. 548 *th*),

den Linsenkern und den geschwänzten Kern *(p, nc)*, theils einen die gesammte Oberfläche überziehenden Mantel, die graue Hirnrinde, darstellt, während weisse Substanz, z. Th. wie als Fortsetzung der Hirnstiele das Innere durchzieht *(ci)*, z. Th. in Gestalt selbständiger Züge die inneren grauen Kerne mit der Rinde vereint, oder Theile der Rinde Einer Seite mit einander in Verbindung setzt, oder endlich beide Hälften in Form von sogenannten Kommissuren verknüpft (Fig. 548 *c*). Mit Hinsicht auf die Funktionen erscheint das grosse Gehirn als

Fig. 548.

bei weitem der wichtigste Theil des gesammten Nervensystems, indem dasselbe unzweifelhaft als Sitz des Bewusstseins, des Empfindens, Wollens und Denkens, mit einem Worte der psychischen Vorgänge anzusehen ist. Und doch zeigt dieser Theil des Nervensystems in seinem feinsten Baue, wenn auch manche Eigenthümlichkeiten, doch wesentlich dieselben Verhältnisse, wie die anderen Gebiete des Nervensystems und lassen sich, soweit wir bis jetzt unterrichtet sind, seine Elemente von andern Neurodendren in keiner Weise unterscheiden.

Fig. 548. Frontalschnitt durch das grosse Gehirn des Menschen. Nach einem von Prof. *O. Schultze* mit seinem grossen Schneideapparate gefertigten und nach *Weigert* gefärbten vorzüglichen Schnitte. Natürl. Grösse. Erklärung wie bei Fig. 511 S. 310.

Gehen wir mehr auf Einzelnes ein, so stellt das Mittelhirn zum Theil ein Bindeglied des Vorderhirns und des verlängerten Markes mit Einschluss des kleinen Gehirnes dar, zum Theil erscheint dasselbe als Endigungs- und Ursprungsstelle besonderer Elemente. In ersterer Beziehung sei erwähnt, dass die Hirnstiele in ihrer Basis Fasern enthalten, die das grosse Gehirn mit der *Medulla spinalis* und mit der Brücke und indirekt mit dem kleinen Gehirn verbinden. In der Haube oder dem Tegmentum liegen die Fortsetzungen der sensiblen Bahnen der *Medulla oblongata* oder die Schleifen und die unmittelbaren Verbindungen des kleinen Hirns mit den oberen Theilen oder die Bindearme.

Als selbständiger Hirntheil erscheint das Mittelhirn einmal als Ursprungsstelle des schon besprochenen III. IV. und der *Radix descendens* des V. Hirnnerven, zu denen dann noch beim vorderen Vierhügel der Sehnerv tritt, der in demselben mit einem Theile seiner Elemente endigt, und vielleicht auch entspringt. Ferner endigen im distalen Hügel allem zufolge sekundäre, mit dem *Acusticus* in Verbindung stehende Bahnen. Endlich beginnen in beiden Hügeln die Rindenbahnen des *Acusticus* und zum Theil auch die des *Opticus*.

Vom Vorderhirn ist in erster Linie das Zwischenhirn zu besprechen, das wir besseren Verständnisses halber eintheilen:

I. in den *Thalamus opticus* im engeren Sinne,
II. in die *Regio hypothalamica* und
III. in die *Regio opisthothalamica*.

I. Die *Thalami optici* haben zwei Hauptbeziehungen, die eine zum *Nervus opticus*, die andere zum grossen Gehirn. Ausserdem ist aber der *Thalamus* noch mit tieferen Theilen in Verbindung. Zum Sehnerven steht nur ein ganz bestimmter Theil des *Thalamus* in Beziehung, nämlich das *Pulvinar* und das *Stratum zonale*, während die Verbindungen dieses Hirntheiles mit den Hemisphären des grossen Hirns sehr ausgedehnte sind und durch den sogenannten Stabkranz des Sehhügels vermittelt werden. Dieser stellt sich in Form von Faserbündeln dar, die fast von der gesammten nicht freien Fläche des Organs zur Rindenoberfläche ziehen und vor allem in den Stirn-, Scheitel- und Hinterhauptslappen eindringen, aber auch im Unterlappen nicht fehlen. Die Theile dieser Faserung, die selbstverständlich in der Nähe des Sehhügels dichter zusammentreten, werden weniger passend als Stiele des Sehhügels bezeichnet.

Ob die Fasern des Stabkranzes des Thalamus in ihm entspringen oder enden, wird später zur Besprechung kommen, und ebenso die Frage, wie die aus dem Thalamus zu anderen Theilen verlaufenden Fasern sich verhalten. Solcher Elemente enthält der Thalamus nicht viele und sind, abgesehen von den Fasern des *Tractus opticus*, mit Bestimmtheit nur namhaft zu machen, einmal die Schleifenfasern, die das Organ nur zu durchsetzen scheinen, und Theile der Bindearme des Cerebellum, die aus dem rothen Kerne weiterziehen.

II. *Regio hypothalamica*. Mit diesem Namen bezeichnet man seit *Forel*'s klassischen Untersuchungen die ventral von den Sehhügelkernen gelegenen Theile. Zu denselben gehören folgende Bildungen:

1. Die Hirnstiele mit ihrer Einstrahlung in den Linsenkern und ihrem Uebergange in die innere Kapsel.
2. Der *Tractus peduncularis transversus* von *Gudden*, der in einem an der medialen Seite der Hirnstiele gelegenen Ganglion entspringt,

um den Hirnstiel herumzieht und in der dorsalen Seite desselben sich verliert.

3. Der *Luys*'sche Körper oder der *Nucleus hypothalamicus,* eine an der dorsalen Seite der Hirnstiele gelegene, linsenförmige, im Querschnitte elliptische Masse von grauer und weisser Substanz.
4. Der rote Kern der Haube, *Nucleus ruber,* und die mit demselben zusammenhängenden Fasermassen des gekreuzten Bindearmes an seinem hinteren Ende, sowie die nach vorn und lateralwärts von demselben ausgehenden Faserbündel oder das Feld H oder BATh von *Forel.*
5. Der *Corpus mammillare* oder *candicans,* eine von vielen Nervenfasern durchzogene Anhäufung von Nervenzellen, die wesentlich in zwei Abschnitte, ein mediales grösseres, kleinzelliges und in ein laterales, kleineres, grosszelliges Ganglion zerfällt.
6. Die *Columnae fornicis,* die das *Corpus mammillare* nur durchlaufen und gekreuzt in der Haube unbestimmt wo ihr Ende erreichen.
7. Der *Pedunculus corporis mammillaris,* der vom lateralen Kerne des *Corpus mammillare* nach hinten in den Hirnschenkel und weiter in die Haube führt.
8. Das Bündel von *Vicq d'Azyr* oder der *Fasciculus thalamo-mammillaris,* der im ventralen Ganglion des *Corpus mammillare* entspringt und im *Nucleus dorsalis* des Thalamus endet.
9. Das Haubenbündel des *Corpus mammillare,* das neben dem Ursprunge des Bündels von *Vicq d'Azyr* aus dem frontalen Theile des medialen Ganglions des *Corpus mammillare* stammend bis zu einem besonderen, von *Gudden* entdeckten Ganglion, das ich *Ganglion profundum tegmenti* heisse, verfolgt werden kann.
10. Das *Tuber cinereum* mit der *Hypophysis cerebri* und den *Ganglia optica basalia.*
11. Der *Tractus opticus* mit seinen verschiedenen Bestandteilen, dem eigentlichen Tractus, der *Gudden*'schen Kommissur und der *Meynert*'schen Kommissur und den Endigungen derselben, vor allem der Optikusfasern in dem *Corp. geniculatum laterale,* dem *Corp. quadrigeminum anterius* und in dem *Thalamus opticus.*

III. *Regio opisthothalamica.* So lässt sich die Grenzgegend zwischen dem Thalamus und den Vierhügeln bezeichnen. In dieselbe fallen:

1. Das *Ganglion habenulae,* in welchem das *Meynert*'sche Bündel oder der *Fasciculus retroflexus* entspringt, der durch und neben dem roten Kerne basalwärts verlaufend bei Thieren in dem *Ganglion interpedunculare* endet, in welchem Fasern entspringen, die in das centrale Grau des Aquaeductus, vor allem zu einem von *Gudden* entdeckten Ganglion, dem *Ganglion tegmenti dorsale mihi* verlaufen.
2. Die Zirbel mit ihren Stielen.
3. Die *Commissura posterior.*
4. Die *Corpora geniculata* mit den Enden der *Tractus optici* und den Armen der Vierhügel.
5. Die Enden des *Fasciculus longitudinalis dorsalis.*

An den *Thalamus opticus* schliessen wir die Besprechung der grössten tiefen Ansammlung grauer Substanz im Vorderhirn, des *Corpus striatum* an. In diesem Organe enden oder entspringen in beiden Abschnitten, in dem geschwänzten Kerne und dem Linsenkerne, eine Menge von Fasern, die dann in tieferen Theilen, im Zwischenhirne, im Mittelhirne, vor allem im Hirnstiele und in der Brücke sich verlieren. So zahlreich diese Elemente sind, so spärlich sind auf der anderen Seite Verbindungen des Streifenhügels mit der Markmasse der Hemisphären und ist die auch durch die Entwicklungsgeschichte gestützte Ansicht wohl berechtigt, dass dieses Organ der grauen Hirnrinde gleichwerthig sei. Der *Nucleus taeniaeformis* und die *Amygdala* gehören ihrem Baue nach wesentlich zum *Corpus striatum*.

Ich beende diese Uebersicht mit der Darlegung des Planes, nach welchem die Hemisphären des Vorderhirns gebaut sind. Abgesehen von der Rinde, welche dieselben allerwärts überzieht, bestehen dieselben wesentlich aus zwei Arten von Fasern, einmal Kommissuren- oder Associationsfasern, welche nähere oder entferntere Theile der Hirnrinde selbst untereinander in Beziehung setzen, und zweitens aus Elementen, welche die Hirnrinde mit anderen Theilen verbinden, sogenannten Projektionsfasern. Zu diesen letzteren Elementen gehört vor allem der sogenannte Stabkranz, *Corona radiata*, welcher wesentlich aus Elementen besteht, die die Rinde mit dem Sehhügel und mit dem Hirnschenkel und vermittelst dieses mit dem kleinen Hirne, der *Medulla oblongata* und dem Rückenmarke vereinen, ausserdem aber auch die Rindenbahnen des *Acusticus, Opticus* und *Olfactorius* enthält. Ausserdem zählen auch die schon erwähnten Elemente hierher, die zum Streifenhügel hinziehen.

Die Associationsfasern zerfallen in querverlaufende oder doppelseitige, die Theile beider Hemisphären in Verbindung setzen, wie der Balken und die *Commissura anterior*, und in einseitige oder Verbindungsfasern, die auf Einer Seite nur ihre Wirksamkeit entfalten, wie die verschiedenen Längsbündel der Markmasse der Hemisphären, die *Fibrae arcuatae gyrorum* u. s. w. Beide Eigenschaften vereint der Fornix oder das Gewölbe in sich, das gekreuzte und auf derselben Seite bleibende Elemente besitzt.

§ 153.

Mittelhirn. Spezielle Beschreibung. A. Der hintere Vierhügel und die laterale Schleife. Schneidet man den hinteren Vierhügel senkrecht so durch, dass auch die Brücke getroffen wird, so erhält man ein Bild, wie die Fig. 549 es wiedergiebt. Da dasselbe schon früher besprochen wurde, so soll hier nur das erwähnt werden, was auf den hinteren Vierhügel sich bezieht. An diesem unterscheidet man oberflächlich eine Lage weisser Substanz, das *Stratum zonale*, und im Innern eine grosse bikonvexe Ansammlung grauer Substanz, den Kern des hinteren Vierhügels, unpassend auch mit dem Namen Ganglion bezeichnet. Eine Vereinigung dieser Kerne in der Mittellinie (*Schwalbe, Obersteiner*) findet sich nicht, vielmehr bleiben dieselben in ihrer ganzen Länge getrennt. Zu diesen Kernen der hinteren Vierhügel tritt die laterale Schleife, indem sie an der lateralen, ventralen Kante derselben in zwei platte Bündel sich spaltet, welche diese Kerne dorsal- und ventralwärts umfassen und einem guten Theile nach in dieselben ein-

dringen. Doch geht ein Theil dieser Schleifenfasern weiter über diese Kerne hinaus und kreuzt sich in der Medianebene mit denen der anderen Seite. Ausser diesen Fasern ziehen in die hinteren Vierhügel von der lateralen und cerebralen Seite her auch Fasern des *Brachium posterius* und erkennt man diese Fasern auch an Frontalschnitten als radiär in der Richtung gegen den *Aquaeductus* verlaufende und zum Theil über den Bereich des grauen Kernes hinausziehende Elemente.

Fig. 549.

Der *Lemniscus lateralis*, der in geschilderter Weise zum Kerne der hinteren Vierhügel in Beziehung steht, verdient hier eine genauere Beschreibung, als sie demselben in früheren §§ geworden ist (S. 222, 268). Wir haben da schon geschildert, dass derselbe da auftritt, wo die kleine Olive und das Trapezium aufhören, welche Gegend den vordersten sensiblen und motorischen Wurzeln des Trigeminus entspricht. Hier setzt sich einmal, wie dies bereits A. Bruce (Illustrations of the Nervetracts of the mid and hind brain. Edinburgh 1892. Pl. XX) angiebt und wie leicht zu bestätigen ist (s. S. 268), die graue Substanz der kleinen Olive unmittelbar in den von Roller so genannten Kern der lateralen Schleife fort und beginnen auch die Fasern dieser Schleife selbst.

In Betreff der Herkunft der Fasern der lateralen Schleife liegen besonders Aeusserungen von v. Monakow und von Held vor. v. Monakow unterscheidet, gestützt auf Experimente an Hunden und Katzen (Arch. f. Psychiatrie Bd. XXII 1891, H. I) an der lateralen Schleife fünf verschiedene Antheile:

Fig. 549. Querschnitt durch die Brücke in der Gegend der distalen Vierhügel. Karmin-Präp. 341, Vergr. 2,7 : 1. *Bc Brachia conjunctiva* in Kreuzung begriffen; *IV* Wurzel des Trochlearis; *Ll Lemniscus lateralis*; *Lm Lemniscus medialis; Lmp* Bündel desselben zur ventralen Brückenseite; *Lp Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *P* oberflächliche Querfaserlage der Brücke; *Py* Bündel der Längsfasern, die z. Th. den Pyramiden angehören; *Vd Radix descendens quinti*; *a Aquaeductus Sylvii*.

1. Einen von den *Striae acusticae* und dem *Tuberculum acusticum* der entgegengesetzten Seite herrührenden Abschnitt (l. c. Fig. I. Sch. unt. c), der durch das dorsale Mark der kleinen Olive verläuft und in der Schleife an der dorsalen und medialen Seite seine Lage hat. In diesem Antheile verlaufen wie *v. Monakow* hypothetisch annimmt, zwei Fasersysteme in entgegengesetzter Richtung, eines, das im *Tuberculum acusticum* entspringt und im hinteren Zweihügel endet, und ein zweites, gerade umgekehrt entspringendes und endendes. Ein kleiner Theil der *Striae acusticae* soll mit der lateralen Schleife nicht zusammenhängen und zwar die am *Corpus restiforme* medial anliegenden und ventralwärts verlaufenden Bündel.
2. Einen von der ventralen Haubenkreuzung abstammenden Theil (l. c. Fig. 1 *g.* u. *d.* Sch. unt. *d.*), der an der medialen Seite seine Lage hat.
3. Einen Antheil von der kleinen Olive her (l. c. Fig. I. Sch. unt. *c.*); liegt bei den Fasern von 1.
4. Einen Antheil des lateralen Schleifenkernes (Fig. 1. Sch. unt. *a*) oder das centrale Feld der lateralen Schleife.
5. Das ventrale Feld der lateralen Schleife. Besteht nach *v. M.* aus kurzen Fasern (Fig. 1. Sch. unt. *b*).

Held hat besonders in zwei Arbeiten (Arch. v. *His* 1891 S. 271 und 1893 S. 201) die centrale Gehörleitung besprochen und in denselben für die Fasern der lateralen Schleife folgende Ursprünge beschrieben:

I. Einen Antheil aus dem gleichseitigen und gekreuzten ventralen Acusticuskerne.

II. Einen solchen der gleichseitigen und der entgegengesetzten oberen Olive.

III. Eben solche Antheile der beiden Trapezkerne;

IV. Gekreuzte und gleichseitige Antheile aus dem *Tuberculum acusticum* durch die *Striae acusticae*.

Fig. 550.

Meine eigenen Untersuchungen stützen sich vor allem auf die Verhältnisse älterer und ausge-

Fig. 550. Laterale Schleife und angrenzende Theile des Querschnittes Fig. 551 mässig vergr. (Syst. II. Oc. I. kurz. Tub. eines *Leitz*). *B* ventrale Spitze des Bindearmes; *H* Antheil der ventralen Bogenfasern der Haube; H^1 Antheil der dorsalen Bogenfasern; *M* mediale Schleife; *N* Kern der lateralen Schleife; *Nl* Antheil des Schleifenkernes; *O* Antheil der oberen Olive; *T* Antheil der Trapezfasern an der lateralen Schleife *L*.

tragener menschlicher Embryonen und des Erwachsenen, wie dieselben an *Weigert'*schen Präparaten zu erkennen sind, und ausserdem auf *Weigert'*sche und *Golgi'*sche Präparate von der Katze und dem Kaninchen und sind dieselben zum Theil schon in § 142 auseinander gesetzt worden, weshalb ich manche Verhältnisse hier nur kurz berühre.

Was erstens den Antheil der Trapezfasern an der Bildung der lateralen Schleife betrifft, die als eine vor allem im *Ganglion ventrale acustici* entspringende sekundäre Bahn des *Nervus cochleae* anzusehen sind, so bilden dieselben den ventralen Theil der lateralen Schleife (Fig. 550 *T*) und stammen von dem ventralen Acusticuskerne der entgegengesetzten Seite. Ein zweiter Abschnitt der lateralen Schleife entspringt aus der kleinen Olive und ihrer Fortsetzung, dem Kerne der lateralen Schleife derselben Seite, welche Züge in der Fig. 550 bei *O* und *Nl* dargestellt sind. Die Olivenelemente bestehen aus dickeren Bündeln, die zum Theil longitudinal, zum Theil schief verlaufen. Solche Längsbündel finden sich schon in den distalen Gegenden der kleinen Olive an der ventralen Seite derselben und zwar an der medialen und lateralen Seite des Nebenlappens und stellen eine Art umhüllender Marksubstanz des Organes dar. Später werden zuerst die lateralen unter diesen Bündeln stärker und dann auch die medialen.

Fig. 551.

Ein dritter Theil der Schleifenfasern ist eine Fortsetzung des sogenannten Markes der Olive. Diese weisse Substanz besteht in den hinteren Theilen des Organes aus einer geringen Zahl von zarten, quer durchschnittenen Bündelchen, welche theils zwischen den Fasern des Stieles dieser Olive zum Abducenskerne, theils lateral von demselben ihre Lage haben. Gegen das Gehirn zu wird diese Lage immer mächtiger, ohne dass sich an Frontalschnitten ermitteln liesse,

Fig. 551. Querschnitt der Brücke eines menschlichen Embryo von 9 Monaten. Ser. VI. Nr. 277. Vergr. 5 : 1. *B* Bindearm; *G* graue Wand des *Aquaeductus Sylvii a*; *H* Haubenantheil der lateralen Schleife; *Ll* laterale (untere) Schleife; *M* mediale (obere) Schleife; *N* Kern der lateralen Schleife; *P* Brücke mit queren, meist marklosen Fasern und markhaltigen longitudinalen Bündeln (Pyramidenbahn); *Vm Velum medullare superius.*

woher ihre Bündel kommen. Immerhin ist sicher, dass ein Theil der Längsbündel der an diese Olive angrenzenden retikulären Substanz sich dem genannten dorsalen Marke der Olive anschliesst und zusammen mit demselben in den dorso-medialen Theil der lateralen Schleife eingeht.

Unter dem Namen dorsales Mark der kleinen Olive verstehen einige Autoren wie z. B. *Bumm* die Bogenfasern, die beide Abtheilungen dieses Organes umgeben und an den hilusähnlichen Stellen in das Innere desselben eindringen (s. *Bumm*, Experim. Untersuchungen üb. d. Corpus trapezoides u. den Hörnerven der Katze. Wiesbaden 1893 und meine Fig. 484 auf S. 264). Ich verstehe unter diesem Namen auch vor allem die Längsbündel, die diese Olive an der ventralen und dorsalen Seite umgeben und z. Th. Fortsetzungen von in derselben entspringenden Nervenfasern, z. Th. anderweitige Elemente sind.

Was den Antheil des Kernes der lateralen Schleife an der Bildung der Schleifenfasern betrifft, so erstreckt sich derselbe fast über die ganze Länge dieser Schleife vom oberen Ende der kleinen Olive an bis zum Eintreten dieser Schleifenschicht in den Kern des hinteren Vierhügels und ist demzufolge offenbar sehr bedeutend, aber nicht leicht abzuschätzen.

Ein bedeutender Theil der lateralen Schleife hat bis jetzt nur durch *v. Monakow* eine grössere Berücksichtigung gefunden, und das ist der Abschnitt, den *v. Monakow* von der ventralen Haubenkreuzung abstammen lässt. Ich finde, dass in den Gegenden, in welchen die Bindearme noch lateralwärts stehen, aus den unmittelbar an den *Lemniscus medialis* angrenzenden Theilen eine bedeutende Zahl *Fibrae arcuatae* der Haube, die in der Raphe mit den entsprechenden Fasern der anderen Seite sich kreuzen, an die laterale Schleife sich anlegen und beim Menschen den medialsten Theil der Fasern derselben bilden, wie die Fig. 550 und 551 bei H und H^2 dies zeigen. Auch *A. Bruce* bildet auf seinen Taf. XX und XXI diese Fasern ab, ohne dieselben zu bezeichnen. In seinem Texte werden diese Fasern auf § 37 sub 4 kurz erwähnt und ein Eindringen derselben in den contralateralen *Nucleus centralis superior* angenommen.

Endlich wären bei Säugern als Bestandtheile der lateralen Schleife noch die *Striae acusticae* zu erwähnen, deren spezielle Beschreibung im nächsten § folgt.

§ 154.

Striae medullares sive acusticae. Die Darstellung der Entwicklung der lateralen Schleife, die im vorigen § gegeben wurde, bezog sich auf die Verhältnisse des fast reifen Embryo, doch ist dieselbe möglicherweise nicht erschöpfend, für den Fall wenigstens, dass beim Menschen wie bei gewissen Säugern (Katze, Kaninchen) auch die sogenannten *Striae acusticae* an der Bildung derselben sich betheiligen, wie dies *v. Monakow* experimentell dargethan hat (Arch. f. Psych. Bd. XXII, 1890). In dem angegebenen Alter sind nämlich beim Menschen, wie durch *v. Bechterew* schon vor langer Zeit (Neurol. Centralblatt 1885 S. 147) nachgewiesen worden ist, die *Striae medullares* noch marklos und lässt sich somit an *Weigert*'schen Präparaten der etwaige Antheil derselben an der Bildung des *Lemniscus lateralis* nicht bestimmen. Und beim Erwachsenen gestalten sich die Verhältnisse dieser *Striae* so eigen, dass es gerathen erscheint, dieselben in erster Linie bei den Säugern zu verfolgen.

Von Säugern sind bis anhin nur die zwei oben erwähnten Geschöpfe genauer untersucht worden. Bei der Katze, die bessere Ergebnisse liefert, gehen

nach den übereinstimmenden und unabhängig von einander gewonnenen Ergebnissen von *Held* (Arch. von *His* 1891 S. 273 und 1893 S. 226) und *mir* (Bd. II. 1. S. 269) die *Striae acusticae* einerseits mit einem kleineren Abschnitte in die kleine Olive derselben Seite über, während ein grösserer Theil derselben in der Raphe sich kreuzt und zur Olive der anderen Seite sich begiebt. In Betreff der weiteren Beziehungen beider Bündel finde ich bei der Katze folgendes: Die kleinere Abtheilung, die zur Olive derselben Seite herabzieht, welche aus 4—5 Bündelchen besteht (Fig. 552 *u*), erreicht die Olive da, wo der mediale Nebenlappen an das Hauptorgan angrenzt und an diesem selbst, und verliert sich in den zwei dorsalen Furchen oder Einschnitten des Gesammtorganes in einem dichten, hier befindlichen Fasergewirre, ohne dass sich bestimmen liesse, was

Fig. 552.

aus den Elementen derselben wird. In diesem Fasergewirre finden sich kleine, längsverlaufende Bündelchen und einzelne solche Nervenfasern und da diese cerebralwärts an Menge zunehmen, noch bevor die sich kreuzenden Bündel der Striae die Olive erreicht haben, so ist die Vermuthung gerechtfertigt, dass die ungekreuzten Striaefasern in Längsbündel des dorsalen Markes der Olive übergehen.

Die sich kreuzenden Bündel der Striae sind viel mächtiger als die eben geschilderten Fasern, doch findet sich die Kreuzung mehr in vorderen Ebenen,

Fig. 552. Theil eines Querschnittes der *Medulla oblongata* einer erwachsenen Katze in der Gegend der kleinen Oliven. Nr. 134b. Ger. Vergr. *C* Collateralen der Trapezfasern zur kleinen Olive *O*; O^1 Olivennebenkern; *P* Pyramiden; *StO* Stiel der Olive zum Abducenskerne, welch' letzterer nicht getroffen ist; *Str Striae acusticae; Tr Corpus trapezoides; VI* Abducens-Wurzeln; *VII* Facialisknie; *VII'* austretende Facialis-Wurzel; *g* gekreuzter, *u* ungekreuzter Theil der *Striae acusticae,* beide zu den Oliven gehend.

in denen die anderen Elemente spärlicher werden und endlich aufhören. Die Fig. 552 giebt ein gutes Bild dieser Striaekreuzungen, die weit entfernt, mit kompakten Massen stattzufinden, wie eine Figur von *Held* (Archiv von *His* 1891 Fig. III) glauben machen könnte, von vereinzelten, kleineren und stärkeren Bündeln gebildet werden, die auf langen Strecken für sich verlaufen und erst in der Nähe der Oliven näher zusammentreten. Die dorsalsten sich kreuzenden Bündel finden sich ungefähr in der Mitte der Raphe, während die ventralsten Elemente derselben die Abducens-Wurzeln unweit der Olive schneiden. Im letzten Theile ihres Verlaufes biegen sich die Kreuzungsfasern leicht bogenförmig mit ventraler Krümmung um und erreichen die Olive in der Gegend des Einschnittes zwischen dem Haupt- und Nebenkerne. Hier gehen dieselben sich umbiegend in Längsfasern über und verdanken die Längsbündel des dorsalen Markes der Olive bei der Katze diesen Striaeelementen ihre Hauptentwicklung. Auch lässt sich leicht nachweisen, dass dieses Mark je länger, um so mehr an Masse zunimmt und am cerebralen Ende der kleinen Olive viel stärker ist, als am Beginne der Kreuzungen der Striae.

Beim Kaninchen finde ich wesentlich dasselbe, wie bei der Katze, doch sind bei diesem Thiere, wie schon *v. Monakow* mit Recht meldet, die Striae viel weniger entwickelt als bei der Katze und hält es daher viel schwerer, dieselben zu verfolgen.

Abweichend von den Angaben von *Held* und *mir* lässt *Sala* in seinen neuesten Angaben (Arch. f. Mikrosk. Anatomie Bd. 42, S. 36 ff.) die *Striae acusticae* nur mit der oberen Olive derselben Seite in Verbindung stehen und anerkennt keine Kreuzungen derselben. Ausserdem sollen die Striae in ein äusseres und ein inneres Bündel zerfallen. Was er äusseres Bündel nennt, sind offenbar z. Th. die Fasern, die ich früher § 142 S. 262 als dorsales Trapezbündel bezeichnete, während sein inneres Bündel die typischen Striae darstellt. Auch *Baginski* lässt die *Striae acusticae* der Säuger nur zur Olive derselben Seite treten und läugnet Kreuzungen (Virch. Arch. Bd. 119 S. 91). Dagegen stimmt *Kirilzew* (Neurol. Centralbl. 1892 S. 21), wie ich, mit den Angaben von *Held* überein.

Fig. 553.

Fig. 553. Theil eines Querschnittes der *Medulla oblongata* eines fast reifen menschl. Embryo. Ser. I. Nr. 199. Ger. Vergr. *Cl* weisse Substanz des Cerebellum (Flocke); *Fs Fasciculus solitarius; Gl* Glossopharyngeus; *Gv Ganglion ventrale acustici; Nc Nervus cochleae; Nc*[1] dorsale Bahn desselben; *Nd Nucleus dentatus; Nvd Nervus vestibuli descendens; Pc Pedunculus cerebelli; Str Stria medullaris* schon z. Th. dunkelfaserig; *Ta Tuberculum acusticum; Vs Quintus sensibilis. (Weigert.)*

Von den *Striae medullares* des Menschen bemerke ich in erster Linie, dass auf jeden Fall nicht alle oberflächlichen Bündel der Rautengrube, die man als *Striae medullares* zu bezeichnen pflegt, auf den Acusticus zu beziehen sind und nehme ich vor allem die als Klangstab (*Bergmann*) bezeichneten Bündel aus (siehe *Krause,* Anatomie II. und Fig. 554), die von der Raphe aus in schief lateraler Richtung vorwärts verlaufen. In wie weit noch andere Bündel hierher gehören, soll später, gleichzeitig mit der Schilderung der Bedeutung derselben erörtert werden. Auf der andern Seite halte ich es für ganz sicher, dass der grösste Theil der Striae zu dem *Nervus cochleae* in Beziehung steht und dass *v. Bechterew* im Unrecht ist, wenn er solche Beziehungen ganz und gar in Abrede stellt. Zum Belege für meine Behauptung verweise ich auf die Fig. 553, welche von einem nahezu ausgetragenen Embryo herrührt, bei welchem die *Striae acusticae* schon ziemlich viele feinste dunkelrandige Fasern enthielten. Dieselbe stammt aus einer Gegend dicht hinter der Brücke, in welcher die

Fig. 554.

Flocke und die angrenzenden Theile des kleinen Hirns mit der *Medulla oblongata* verschmolzen sind. An der lateralen Seite des *Pedunculus cerebelli Pc* zeigt sich ventralwärts das *Ganglion ventrale Acustici Gv* mit dem *Nervus cochleae Nc,* weiter nach der dorsalen Seite zu das *Tuberculum acusticum Ta,* das sich bis zu *Nc′* erstreckt und hier wie eine besondere Anschwellung zeigt. Um den *Pedunculus cerebelli* herum ziehen dunkelrandige Fasern *Nc′,* die zum Theil als sekundäre Bahnen aus dem *Ganglion ventrale* stammen, zum Theil direkte Fortsetzungen des *Nervus cochleae* sind, die in dorsalsten Theilen des *Tuberculum* enden (s. auch Fig. 478 und S. 255, 256). *Cl* ist die aus dunkelrandigen Fasern bestehende Markmasse des kleinen Gehirns und zwischen dieser und dem ebenfalls dunkelrandigen Bündel *Nc′* liegt die aus dem *Tuberculum*

Fig. 554. Horizontaler Schnitt durch die Wandungen des IV. Ventrikels des Menschen. 4 : 1 (aus mehreren Schnitten zusammengestellt). *Nc Nervus cochleae; Str Striae acusticae* Hauptbündel; *Str′* aussergewöhnlich verlaufende Striae; V_{IV} Vierter Ventrikel.

acusticum ausstrahlende, noch wenig dunkelrandige Masse der *Striae acusticae Str.*, die im weiteren Verlaufe ein deutliches, dickes Bündel bildet. Das Ependym der Rautengrube zieht sich bis in den Winkel zwischen *Str.* und die Verbreiterung hinein, die einen Theil des *Nucleus dentatus cerebelli N d* enthält. Die Lagerungsverhältnisse der Flocke zum *Ganglion ventrale acustici* und dem *Tuberculum* sammt den *Striae acusticae* zeigt auch die Fig. 558, welche ebenfalls lehrt, dass weder der Flockenstiel noch andere Theile der Markmasse des Cerebellum in die *Striae acusticae* übertreten. Ausserdem verweise ich auf die früheren Fig. 451 und 473.

Zu demselben Ergebnisse wie Frontalschnitte führen auch Horizontalschnitte beim Erwachsenen, die noch Niemand auf diese Frage geprüft hat, von welchen mir eine zusammenhängende Serie vorliegt. Dieselben zeigen den direkten Zusammenhang des *Nervus cochleae* durch Vermittelung des *Tuberculum acusticum* mit den *Striae acusticae*, welcher im Flächenbilde in der Art sich macht, dass der Anfangs ungetheilte Stamm der Stria im weiteren Verlaufe gegen die Mittellinie zuerst in zwei oder drei Bündel sich spaltet, welche dann pinselförmig auseinandertretend über einen immer grösseren Raum sich verbreiten, bis sie endlich an der Raphe ihre grösste Entwicklung erlangen. Von diesen Verhältnissen giebt die Fig. 554 eine gute Anschauung und folgen in der Anmerkung noch einige Einzelangaben.

Fig. 555.

Indem ich es dem eben auseinandergesetzten zufolge für unzweifelhaft erachte, dass die Mehrzahl der *Striae medullares* und vor allem das, was als typische Markstreifen beschrieben und abgebildet wird, mit dem *Nervus cochleae* in Verbindung steht, will ich diese Striae fortan als *Striae acusticae* bezeichnen und den Namen *Striae medullares* nur für jene Form der Markstreifen anwenden, die solche Beziehungen nicht erkennen lassen.

Verfolgen wir nun in erster Linie die *Striae acusticae* des Menschen weiter (Figg. 555, 556), so finden wir, dass dieselben oberflächlich am Boden der Rautengrube bis zur Raphe oder der Mittelfurche am Boden der Rautengrube verlaufen und hierbei in bestimmten Beziehungen zu dem *Nucleus funiculi teretis* stehen, der dicht neben der Raphe seine Lage hat. Nicht selten findet sich im Verlaufe einer Stria auch noch ein zweiter und selbst noch ein dritter meist kleinerer Kern mehr lateralwärts und soll weiter unten angegeben werden, wie die Striae zu diesen Kernen stehen. An der Raphe angelangt,

Fig. 555. Ein Theil der Raphe der *Medulla oblongata* des Erwachsenen. Serie 108 von Prof. *Rieger*. Ger. Vergr. *Weigert*. *Fld Fasciculus longitudinalis dorsalis; Nt Nucleus funiculi teretis; R* Raphe mit dem Verlaufe der Striae in derselben; *Strs* und *Strd Striae sinistrae et dextrae; l* laterale Abzweigungen des linken Streifens; *r* gekreuzte solche der rechten Stria.

biegen die Striae ausnahmslos in dieselbe ein und verlaufen in der grossen Mehrzahl der Fälle durch die ganze Raphe als *Fibrae rectae* in dorsoventraler Richtung durch dieselbe bis zur ventralen Längsspalte zwischen den Pyramiden, wo dieselben in die *Fibrae peripyramidales ventrales* (*Fibrae arcuatae ventrales*) sich fortsetzen. Treten zwei *Striae acusticae* von rechts und von links her in die Raphe, so ziehen häufig beide Striae rechts und links von den in der Raphe sich kreuzenden *Fibrae arcuatae internae* ventralwärts, um erst im Grunde der ventralen Spalte sich zu kreuzen und in die contralateralen *Fibrae peripyramidales ventrales* sich fortzusetzen. Andere Male vermengen sich beide Striaebündel in ihrem Verlaufe durch die Raphe so, dass sie später nicht mehr auseinander zu halten sind. Tritt nur Eine Stria in die Raphe, so lässt sich dieselbe nie durch die ganze Medianebene verfolgen, was sehr begreiflich ist, da, wie Flächen-Bilder lehren, die Striae in fast ununterbrochener Reihe in die Raphe eintreten und eine einzelne Stria somit immer in der Tiefe auf andere Striae treffen wird.

Fig. 556.

Dem Gesagten zufolge bin ich somit mit *Meynert, Flechsig, Obersteiner* und *v. Bechterew* einverstanden (s. d. Anm.), dass die *Striae acusticae* des Menschen in der Mehrzahl der Fälle durch die ganze Raphe verlaufen und gekreuzt in die um die Pyramiden herumziehenden *Fibrae arcuatae* übergehen. Ueber den weiteren Verlauf derselben hat sich *Obersteiner* nicht geäussert, wohl aber *Meynert* und *v. Bechterew*. *Ich* selbst habe schon, noch bevor ich die *Striae acusticae* des Menschen genauer verfolgt hatte, auf S. 212 angegeben, dass die *Fibrae arcuatae superficiales ventrales* in Schnitten, wie die Fig. 451 um die Pyramiden und Oliven herumziehen, und in der Gegend des Seitenstrangkernes mit den Fasern der Kleinhirnseitenstrangbahn zum *Pe-*

Fig. 556. Querschnitt der *Medulla oblongata* des Erwachsenen. Serie 108 von Prof. *Rieger*. 5:1. *Weigert*. *Gv Ganglion ventrale acustici; Nc Nervus cochleae; Nt Nucleus funiculi teretis; R* Fortsetzung der *Striae dextrae et sinistrae* durch die Raphe und Kreuzung derselben im Grunde der ventralen Spalte, dann Uebergang in die *Fibrae arcuatae ventrales Farc v* aussen an den Pyramiden und Oliven und bis zum *Pedunculus cerebelli Pc*; *Str Striae dextrae et sinistrae*.

dunculus cerebelli sich vermengen. Neueste Untersuchungen haben diese Angaben als vollkommen richtig erwiesen und glaube ich nun, zum Theil in

Fig. 557.

Uebereinstimmung mit *Meynert*, den Satz aufstellen zu dürfen, dass ein bedeutender Theil der *Striae acusticae* des Menschen eine sekundäre Bahn des *Nervus cochleae* darstellt, die denselben mit dem Cerebellum verbindet.

Die weitere Frage ist nun, wie viele *Striae acusticae* des Menschen den eben geschilderten Weg einschlagen. Es ist selbstverständlich nicht möglich, auf dem Wege der anatomischen Untersuchung nachzuweisen, ob alle Striae, die in die Raphe eingehen, dieselbe ganz durchlaufen und in die *Fibrae peripyramidales ventrales* übertreten, vielmehr ist für einmal die Möglichkeit nicht abzuweisen, dass ein Theil derselben schon innerhalb der Raphe, vielleicht nach vorheriger Kreuzung, in die *Fibrae arcuatae internae* übergeht. Für eine solche Möglichkeit kann ich vorläufig keine bestimmten Thatsachen anführen, denn gewisse Varietäten im Verlaufe der Striae, die ich beobachtete, lassen auch andere Erklärungen zu.

Fig. 558.

Fig. 557. Ein Theil der Fig. 558 stärker vergrössert. *Fld Fasciculus longitudinalis dorsalis; N* grösserer Kern im Verlaufe der *Stria medullaris sive acustica* auf der linken Seite; N^1 kleiner Kern derselben; *Ncd* Fortsetzung des dorsalen Antheiles des *Nervus cochlearis; Nt Nucleus funiculi teretis; Nvd* absteigende Vestibularis-Wurzel; *Pc Pedunculus cerebelli; R* Raphe; *Str ac Stria medullaris sive acustica* der rechten Seite; *Str* ac^2 Ende dieser Stria in der Nähe des *Fasciculus solitarius Fs,* in welchem eine Glossopharyngeus-Wurzel *Gl* eindringt; *Str* ac^1 Querschnitt einer oberflächlichen Stria der linken Seite.

Fig. 558. Querschnitt der *Medulla oblongata* des Erwachsenen. Ser. 39 von Prof. *Rieger,* 3 mal vergr. *Gv Ganglion ventrale Nervi cochleae; Ncd* dorsaler Antheil des *Nervus cochleae Nc; O* Olive; *P* Pyramide; *Pc Pedunculus cerebelli; Pp Fibrae arcuatae peripyramidales; Str* abnorm verlaufende *Stria medullaris.*

Einmal sah ich eine Stria (Fig. 557 und 558), im dorsalsten Theile der Raphe, die, nachdem sie am *Nucleus funiculi teretis Nt* vorbeigegangen war, auf die andere Seite trat und hier ziemlich oberflächlich schief lateralwärts in der Richtung auf den Kleinhirnstiel zu weiter verlief. Hierbei umfasste dieselbe, in zwei Hauptbündel gespalten, einen weiteren zum Theil im *Fasciculus longitudinalis dorsalis* gelegenen Kern (*N*), nahm später nochmals einen kleineren Kern *N'* in sich auf und verlor sich in der Gegend des *Fasciculus solitarius*, zu dem eine Glossopharyngeuswurzel *Gl* trat. Da das betreffende Präparat, das ich Herrn Prof. *Rieger* verdanke, nicht zu einer Serie gehörte und die betreffende Stria nur in drei zusammengehörenden Schnitten sichtbar war, so konnte ich leider den weiteren Verlauf dieses eigenthümlichen Bündels nicht ermitteln, über dessen Lagerung im Gesammtquerschnitte der *Medulla oblongata* die Fig. 558 den nöthigen Aufschluss giebt; immerhin ist der Verlauf und die Richtung desselben so, dass der Annahme, dass das Bündel in den *Pedunculus cerebelli* eintrat, nichts im Wege steht, in welchem Falle diese Stria mit den anderen, in die *Fibrae peripyramidales* übergehenden in Eine Kategorie gehören würde. Eine weitere Varietät im Verlaufe der Striaefasern zeigt die Fig. 555. Hier zweigen sich von der rechten Stria Fasern ab, die links neben der Raphe ventralwärts verlaufen, und könnte es scheinen, als ob diese Bündel später in *Fibrae arcuatae internae* übergingen. Es lehren jedoch andere Präparate, dass solche Bündel in tieferen Ebenen wieder in die Raphe treten und in dieser weiter verlaufen. Dasselbe gilt auch von Bündelchen, die wie die bei *l* auf der Seite der betreffenden Stria in die *Substantia reticularis* sich abzweigen.

Ein Uebergang einer Stria am Boden der Rautengrube auf die andere Seite, wie *Clarke* und auch *Obersteiner* einen solchen erwähnen, kam mir nie zur Beobachtung und bin ich der Meinung, dass ganz oberflächliche *Fibrae arcuatae s. transversae*, die oft in bedeutender Stärke auftreten, zu einer Verwechselung mit Striae der eben genannten Art Veranlassung gegeben haben könnten.

Was nun die Beziehungen der Striae zu den *Nuclei funiculi teretis* betrifft, so liegen die ersteren hauptsächlich an der dorsalen Seite der genannten Kerne, können aber auch von der ventralen Seite her mit einem grösseren Theil ihrer Fasern an dieselben angrenzen. Diese Kerne selbst sind in ihrem Verhalten den *Nuclei arciformes* der Pyramiden sehr nahe verwandt, indem sie aus kleinen Nervenzellen bestehen, die von einem reichen Netze dunkelrandiger Fäserchen umgeben sind. In vielen Fällen nun lässt sich (an *Weigert*'schen Präparaten) nachweisen, dass die Striae an der lateralen Seite dieser Kerne Nervenfasern in dieselben abgeben und an der medialen Seite neue solche wieder aufnehmen, so dass ich berechtigt zu sein glaube, diese Kerne als End- und Anfangsstationen gewisser Fasern der Striae zu betrachten, welche somit, wenn dem so wäre, nicht als einfache einheitliche Bahnen anzusehen wären. Wie oben schon erwähnt, kommen im Verlaufe einer Stria nicht selten zwei und selbst drei Kerne vor. Im letzteren Falle liegt der lateralste Kern an der dorsalen Seite des *Pedunculus cerebelli* und der absteigenden Vestibularis-Wurzel. Auch ist schon längst betont (s. S. 323), dass, wie neulich auch *v. Bechterew* hervorhebt (l. s. c.), in der Raphe selbst viele Nervenzellen liegen. Da die Fortsetzungen der *Striae acusticae* als *Fibrae arcuatae ventrales* auch mit den

Nuclei arciformes in Berührung kommen, so erhebt sich die weitere Frage, ob dieselben auch zu den Zellen dieser Kerne besondere Beziehungen eingehen, die ich vorläufig, angesichts des über den feineren Bau dieser Kerne früher (S. 328 u. ff.) Bemerkten, eher verneinend entscheiden möchte.

Fassen wir das bisher Geschilderte zusammen, so haben wir gefunden, dass beim Menschen viele Striae in direkten Beziehungen zum *Nervus cochleae* stehen, resp. wie früher gezeigt wurde, wesentlich von Zellen des *Tuberculum acusticum* entspringen. Ausser diesen eigentlichen *Striae acusticae* giebt es aber noch andere, die ich *Striae medullares* zu nennen vorschlug, die keine solchen Beziehungen erkennen lassen. Zu denselben gehören vor allem die nach *Bergmann* als Klangstab bezeichneten Bildungen. An den früher besprochenen Horizontalschnitten (Fig. 554) waren die proximalsten drei Striae so gelagert, dass sie von der Gegend der Raphe hirnwärts und schief nach den Seiten in der Richtung gegen den *Locus coeruleus* verliefen. Die am weitesten zu verfolgende erste Stria mass 6,4 mm und entzog sich dann in 4,8 mm Entfernung von der Medianebene dem Blicke, so dass ich nicht im Stande bin, zu sagen, was aus derselben wurde. Ohne Querschnitte, die *Bergmann*'sche Striae zeigen, zu kennen, und zu wissen, ob dieselben aus der Tiefe der Raphe stammen und mit den *Fibrae peripyramidales* zusammenhängen, oder ob dieselben, wie *Obersteiner* auf Grund mir unbekannter Thatsachen äussert, von Striae der anderen Seite ausgehen, die in der Raphe sich kreuzen, ist es ganz unmöglich, über die Bedeutung derselben eine bestimmte Auskunft zu geben.

In einer ähnlichen Ungewissheit befinden wir uns in Betreff der von *Clarke*, von *Fischer* und *Henle* (s. unten) beschriebenen Striae, die um den *Pedunculus cerebelli* herum zur Brücke sich begeben und in derselben sich verlieren (s. *Clarke* in Philos. Transact. Bd. 158 Taf. 11 Fig. 41). Auch die Striae, die *Clarke* mit dem Flockenstiel in Verbindung stehen lässt, und die Flockenstielfasern, die nach *Stilling* (Neue Untersuchungen über den Bau des Kleinhirns 1878, S. 321) mit Wahrscheinlichkeit die Klangstäbe *Bergmann*'s bilden, sind für einmal nicht mit Sicherheit zu deuten. Eine Fortsetzung des *Pedunculus flocculi* in den Seitentheil des Bodens der Rautengrube bildet auch *A. Bruce* von einem Embryo vom 8. Monate ab (Pl. IX), doch kann es in diesem Falle sich nicht um echte Striae handeln, da die betreffenden Bahnen bereits dunkelrandig waren. Auch ich sah solche Beziehungen des *Pedunculus flocculi* in gewissen Fällen, bin jedoch, wie schon erwähnt, der Meinung, dass die Hauptmasse der Striae dem Acusticus angehört.

Von den *Striae medullares* des Menschen ist, abgesehen von den gröberen Verhältnissen, äusserst wenig bekannt. Von älteren Mittheilungen sind besonders wichtig die von *Clarke* (Phil. Transact. Vol. 158, 1869, S. 287). Einmal erwähnt derselbe einen Uebergang von Striae in den *Pedunculus flocculi*, und auch *Henle* meldet (Nervenlehre 2. Aufl. 1879 S. 205), dass Striaefasern oft mit dem hinteren Rande des Flockenstieles oder mit dem vorderen Rande des Ponticulus in unmittelbarer Berührung sich befinden und schwer von ihnen zu unterscheiden seien. Ferner ist es nach *Clarke* gewöhnlich, dass ein dickeres Bündel der Striae unter dem Hörnerven um den strangförmigen Körper herum zu dessen ventraler Fläche verläuft, und zwischen demselben und der Olive in die Brücke eintritt, ein Bündel, welches von eindringenden Wurzeln des Glossopharyngeus und Vagus durchbohrt wird. Solche Bündel sahen auch in je einem Falle *O. Fischer* und *Henle* (s. bei diesem S. 206 Anm.). Ausserdem beschreibt *Clarke* noch seltenere Bündel der Striae, die dem unten zu erwähnenden Klangstabe

entsprechend, an den Seitentheilen der Rautengrube schief aufwärts gegen das *Crus cerebelli ad pontem* verliefen und in anderen Fällen selbst in fast longitudinaler Richtung unterhalb der Bindearme gegen die Vierhügel zogen. Endlich erwähne ich noch *Meynert*, der S. 786 den bemerkenswerthen Ausspruch thut, dass die Striae von der hinteren Acusticuswurzel aus durch die Raphe an die ventrale Seite treten und als *Fibrae arcuatae* zur innern Abtheilung des entgegengesetzten *Pedunculus cerebelli* sich begeben.

Von den neuesten Autoren erwähnt *L. Sala* die Striae des Menschen gar nicht und *Held* bekennt, dass es ihm nicht geglückt sei, passende Objekte zur Verfolgung derselben zu erhalten (Arch. v. *His* 1893 S. 230). Am ausführlichsten ist *Obersteiner*, der in der 2. Auflage seiner Nervösen Centralorgane 1892, S. 387 z. Th. im Anschlusse an *Meynert* die *Striae medullares* knapp vor der Mittellinie ventralwärts verlaufen und am lateralen Rande der Raphe gegen die Pyramiden ziehen lässt, doch scheinen sich diese Fasern schliesslich alle zu kreuzen. Dadurch gelangt ein Theil dieser Fasern in das Gebiet der Schleife und vielleicht weiterhin in den hinteren Vierhügel, während andere die ventrale Oberfläche der Medulla erreichen und hier als *Fibrae arcuatae externae* nicht weiter verfolgt werden können. Andere Fasern der Striae kreuzen sich im dorsalsten Theil der Raphe und ziehen auf der andern Seite lateral- und cerebralwärts bis in die Gegend des *Locus coeruleus*, ohne dass ihr Ende angegeben werden könnte. Häufig bilden diese Fasern ein kompaktes Bündel (oder mehrere), den Klangstab, *Conductor sonorus*, von *Bergmann*, das im Innern Nervenzellen enthält. Aus dem *Nucleus funiculi teretis* sollen Fasern austreten, welche den *Striae medullares* sich anschliessend lateralwärts ziehen.

Auch *Flechsig* (Neurol. Centralbl. 1890 Nr. 1) lässt die Striae grösstenteils in der Raphe ventralwärts ziehen und gekreuzt in *Fibrae arcuatae externae* übergehen. Ein kleiner variabler Theil soll dicht unter dem Boden der Rautengrube sich kreuzen und in die Seitentheile der Oblongata eindringen.

Eine ganz neue Darstellung giebt *v. Bechterew* (Neurol. Centralbl. 1892 S. 297 und Leitungsbahnen 1894 S. 114 u. ff.). Nach ihm sollen die Striae des Menschen gar keine Beziehung zum *N. cochleae* haben. Dieselben stammen vielmehr aus der weissen Substanz des Cerebellum in der Nachbarschaft der Flocke, jedoch nicht aus dem Flockenstiele, der schon früh markhaltig wird. In der Raphe, wo sie sich kreuzen, verlaufen sie bis zur ventralen Fläche, setzen sich in die *Fibrae arciformes anteriores* fort und ziehen als solche bis zu den Acusticuswurzeln der anderen Seite, wo sie verloren gingen. *v. Bechterew* hält es für am wahrscheinlichsten, dass die Striae, die im *Nucleus arciformis* vielleicht eine Unterbrechung erleiden, zur Verbindung der Basalabschnitte des kleinen Hirns untereinander dienen.

Nachdem im Vorhergehenden alles, was über die *Striae medullares* des Menschen bekannt ist, erörtert wurde, erhebt sich nun die weitere Frage, ob die Striae des Menschen und die der Säuger (Katze, Kaninchen) Faserzüge von gleicher Bedeutung sind. Diese Frage ist bereits von *v. Bechterew* (Neur. Cbl. 1887) und *H. Virchow* (Verh. d. Berl. phys. Ges. Febr. 1888) und von *Flechsig* (l. s. c.) verneint worden auf Grund von Thatsachen, die zum Theil richtig, aber nicht erschöpfend, zum Theil aber auch nicht stichhaltig sind. Ich selbst kann meinen Untersuchungen zufolge mit Sicherheit den Satz aufstellen, dass weder bei der Katze noch beim Kaninchen irgend etwas sich findet, das, abgesehen von den Beziehungen zum *Tuberculum acusticum*, eine Vergleichung mit den *Striae medullares* des Menschen zuliesse, was dagegen den anderen Theil der Frage anlangt, ob die *Striae medullares* der genannten Säuger beim Menschen ihres Gleichen haben, so ist dieselbe nicht so leicht zu beantworten, wie das Folgende lehren wird, und möglicher Weise zu bejahen.

Die *Striae medullares* des Menschen stellen nur einen Theil der Nervenfasern dar, die scheinbar als Fortsetzungen des *Nervus cochleae*, in der That aber grösstentheils in dem *Ganglion ventrale acustici* und im *Tuberculum*

acusticum entspringend, an der lateralen Fläche des Hirnstieles liegen und um dessen dorsalen Rand sich herumkrümmen. Und zwar bilden dieselben nur den oberflächlichen, anfangs lateralen und dann dorsalen Theil dieser Bahn, die ich mit dem allgemeinen Namen: dorsale Bahn des *Nervus cochleae* bezeichne.

Die zweite Abtheilung der dorsalen Bahn des *Nervus cochleae* besteht aus einem anscheinend den Striae an Mächtigkeit gleichen Bündel, das unmittelbar an den *Pedunculus cerebelli* angrenzt und als tiefer Abschnitt dem oben genannten oberflächlichen Abschnitte der dorsalen *Nervus cochleae*-Bahn gegenüber gestellt werden kann. Genauer geschildert, besteht diese Bahn einmal aus dem im § 142 auf S. 262 beschriebenen und in der Fig. 482 dargestellten dorsalen Trapezbündel, d. h. einer aus dem *Ganglion ventrale acustici* herstammenden sekundären Bahn des *Nervus cochleae*, welche, von *Held* zuerst beschrieben und abgebildet, dicht am *Pedunculus cerebelli* dorsalwärts läuft und um denselben herum ventralwärts ziehend dem *Corpus trapezoides* sich anschliesst, eine Bahn, die ich auch (S. 263 u. Fig. 516 (*Nc'*) beim Menschen nachgewiesen habe.

Ausser dieser Bahn verläuft zwischen derselben und den *Striae medullares* noch eine dritte Bahn, die in die *Fibrae arcuatae* der *Substantia reticularis* sich fortsetzt und die ich die Haubenbahn des *Nervus cochleae* nennen will. Diese Fasern treten, wie die vorhin genannten dorsalen Trapezbündel und im Anschlusse an dieselben, dorsalwärts um den *Pedunculus cerebelli* herum; statt aber ventralwärts zu ziehen, wenden sich dieselben in Gestalt zahlreicher kleiner und stärkerer Bündelchen medianwärts und verlaufen mit einem tieferen Abschnitte durch die absteigende Vestibulariswurzel und mit einem oberflächlichen Theile an der dorsalen Seite der Querschnitte der genannten Wurzel. Die ersteren Bündel zeigen im weiteren Verlaufe zierliche S-förmige Biegungen und umgeben bogenförmig den *Fasciculus solitarius* oder die absteigende Vago-Glossopharyngeus-Wurzel, um darauf wieder in einfachem querem Verlaufe zur Raphe sich zu begeben. Die gesammte Haubenbahn des *Nervus cochleae* ist in den Figg. 470, 472 und 516 mehr weniger deutlich dargestellt. Die Fig. 470 zeigt dieselbe auf der linken Seite in ihrem oberflächlichen Abschnitte deutlich in ihrer Ausstrahlung in die *Substantia reticularis*, doch sind neben und in der absteigenden Wurzel des *Nervus vestibuli* auch Elemente ihres tieferen Abschnittes zu erkennen. Die Striae selbst sind bei diesem Embryo noch marklos. Sehr deutlich sind die tieferen Bahnen in der Fig. 472 vom Erwachsenen und in der Fig. 516 von demselben Embryo, von dem die Fig. 470 stammt. Beim Erwachsenen ist die Haubenbahn des *Nervus cochleae* sowohl an der lateralen Seite des Hirnstieles als in ihrem Verlaufe durch die absteigende Vestibularis-Wurzel und zum Theil durch das *Ganglion dorsale acustici* zu sehen und sind namentlich ihre S-förmigen Umbiegungen um die absteigende Vago-Glossopharyngeus-Wurzel sehr deutlich, ausserdem auch Theile der Striae bis zur Raphe sichtbar. Lateralwärts vom *Pedunculus cerebelli* sieht man die gesammte dorsale Bahn des *Nervus cochleae*, wie sie aus dem *Ganglion ventrale* und dem *Tuberculum* sich entwickelt, als eine einzige zusammenhängende Bahn, deren oberflächlichsten Theil die Striae bilden. Die Fig. 516 endlich zeigt namentlich das Eintreten dieser Bahn in die absteigende Vestibularis-Wurzel und das Durchtreten durch dieselbe.

Dem Gesagten zufolge giebt es somit zahlreiche Fasern, die beim Menschen ausser den Striae in scheinbarer Fortsetzung des *Nervus cochleae* um den *Pedunculus cerebelli* herumlaufen und in *Fibrae arcuatae* der *Formatio reticularis* der Haube übergehen, doch möchte ich nicht behaupten, dass alle Bogenfasern, die aus der absteigenden Vestibularis-Wurzel und aus dem dorsalen Acusticuskerne hervorgehen, hieher gehören, vielmehr bin ich der schon auf S. 270 geäusserten Ansicht, dass ein Theil dieser Elemente sekundäre Bahnen darstellen, die die Vestibulariskerne mit höheren Theilen in Verbindung setzen.

Nachdem so nachgewiesen ist, dass ausser den *Striae medullares* beim Menschen noch mächtige andere Bahnen vorkommen, die aus den *Nervi cochlearis*-Endkernen hervorgehen, die bis jetzt von Niemand beachtet worden sind, war es meine fernere Aufgabe, zu untersuchen, ob dieselben vielleicht in ihrem weiteren Verlaufe den *Striae acusticae* der Säuger (Hund, Katze, Kaninchen, Meerschweinchen) entsprechen und sich kreuzend bis zu den kleinen Oliven sich erstrecken. Ich muss jedoch bekennen, dass ich bei diesen Forschungen kein Glück hatte. Einmal ergab es sich als unmöglich, die betreffenden Fasern innerhalb der *Substantia reticularis* weiter als bis zur Raphe zu verfolgen und zweitens gelang es mir auch nicht, in der Höhe der kleinen Oliven dorsal vom *Corpus trapezoides* eine bestimmt ausgesprochene Kreuzung zu finden, welche auf eine sekundäre Cochlearisbahn sich hätte beziehen lassen. Das einzige, was sich nachweisen liess, war das Vorkommen von schief lateral- und ventralwärts verlaufenden Fasern im Bereiche der kleinen Oliven. Doch waren auch diese Elemente nicht so klar und deutlich und in allen Fällen so gleichmässig ausgesprochen, dass sich eine bestimmte Deutung derselben hätte vornehmen lassen. Meist waren solche schiefe Fasern an der Dorsalseite der Hauptmasse dieser Olive zu finden und kreuzten dieselben oft leicht wahrnehmbar den sogenannten Stiel zum Abducenskerne, von dem ich ergänzend noch folgendes bemerke, da derselbe vom Menschen wenig bekannt ist. Derselbe geht auch hier, wie bei Säugern, von der Nebenolive aus und zeigt das Eigenthümliche, dass er mit stärkeren Bündeln im Innern dieses langgestreckten und schmalen Organes entspringt und auch dorsal von der Nebenolive stärkere Bündel zeigt, als solche bei der Katze und dem Kaninchen vorkommen. — Ausser an der angegebenen Stelle fand ich stärkere Züge schiefer Fasern auch zwischen der Haupt- und Nebenolive an der ventralen Seite der ersteren ventralwärts streichend. Noch bemerke ich, dass diese schiefen Züge medianwärts nie die Raphe erreichten und höchstens bis zu den Abducens-Wurzeln zu verfolgen waren, ferner dass dieselben vorzüglich in der Höhe des cerebralen Endes des Facialiskernes und des Kernes des sechsten Nerven sich zeigten.

Aus allem dem Bemerkten ergeben sich nun folgende Schlussfolgerungen:

1. Die *Striae medullares* des Menschen sind allem Anscheine nach demselben eigenthümliche Bildungen und kommen, so viel man weiss, bei keinem Säugethiere, vor, bei welchem Ausspruche jedoch zu bemerken ist, dass Affengehirne meines Wissens nach dieser Seite nicht untersucht sind.

2. Die *Striae medullares* des Menschen zerfallen:

   a) in *Striae acusticae*, die eine sekundäre Bahn des *Nervus cochleae* darstellen, die mit grosser Wahrscheinlichkeit zum kleinen Gehirne führt und vor allem durch die geraden Fasern der Raphe zu den kontra-

lateralen *Fibrae arcuatae ventrales* und zum *Pedunculus cerebelli* geht, in seltenen Fällen vielleicht auch direkt durch die Haube den Kleinhirnstiel der anderen Seite erreicht.

b) in die *Striae medullares sensu strictiori*, deren genaueres Verhalten noch weiter zu prüfen ist.

3. Die *Striae acusticae* von Katze und Kaninchen stellen eine sekundäre Bahn des *Nervus cochleae* dar, die im *Tuberculum acusticum* entspringend den *Pedunculus cerebelli* umkreist und hier nach Kreuzung mit dem austretenden Facialis in zwei Abschnitte zerfällt, einen kleineren, der zur kleinen Olive derselben Seite tritt und in seinen näheren Verhältnissen noch unbekannt ist, und einen stärkeren, der an der dorsalen Seite des *Corpus trapezoides* mit dem Abschnitte der anderen Seite sich kreuzend, zur kontralateralen kleinen Olive sich begiebt und hier wahrscheinlich unmittelbar in den medialen Theil der lateralen Schleife übergeht.

4. Beim Menschen enthält die dorsale Bahn des *Nervus cochleae* ausser den *Striae medullares* und der dorsalen Trapezbahn noch eine dritte Bahn, die dorsale Haubenbahn, die vielleicht zum Theil den *Striae acusticae* der Säuger entspricht.

§ 155.

Weiterer Verlauf der lateralen Schleife. Die Verfolgung der lateralen Schleife von dem Stadium aus, das die Fig. 551 darstellt, nach oben wird am einfachsten an der Hand der Figg. 559 bis 564 dargestellt.

Fig. 559.

Fig. 559. Querschnitt durch die *Medulla oblongata* eines menschlichen Embryo von 9 Monaten. Ser. VI. Nr. 292, 5 : 1; *Weigert*. *Brc Brachia conjunctiva* einander entgegenrückend; *Dv* ein schmaler dorsoventraler Zug dunkler Querschnitte; *Fld Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *Gr* centrales Grau; *Ll Lemniscus lateralis* mit Kern; *Lm Lemniscus medialis*; N^1 medialer kleiner Kern; *Ngr* zwei Kerne im centralen Grau; *P* Brücke mit dunkelrandigen Pyramidenfasern und einzelnen eben solchen Querfasern; *Sr Substantia reticularis* z. Th. mit sich kreuzenden Fasern ventral vom *Brachium conjunctivum* und medial vom *Lemniscus medialis*; *Vd Quintus descendens*; *Vma Velum medullare anterius* mit dem *Nervus trochlearis*; *IV* zwei Querschnitte und ein kleineres Längsbündel desselben Nerven; *a* vorderster Theil der 4. Hirnhöhle.

Anfänglich an die mediale Schleife dicht angrenzend und eigentlich von derselben gar nicht geschieden, löst sich die laterale Schleife immer mehr von derselben und tritt zugleich dorsalwärts empor (Fig. 559). Gleichzeitig damit ändert sich ihr Verhältniss zum Bindearme dadurch, dass derselbe in umgekehrter Richtung ventralwärts sich verschiebt. So kommt die laterale Schleife erst an die laterale und später an die dorsolaterale Seite des Bindearmes zu liegen, um, wenn der Bindearm seine Kreuzung beginnt, in den hinteren Vierhügel einzutreten (Fig. 560), und zuletzt, sobald die Kreuzung ganz vollendet ist, bis auf einen geringeren Antheil in dem Vierhügelkerne zu verschwinden.

Fig. 560.

Die gesammte laterale Schleife bildet, wie dies ja schon vom blossen Auge wahrnehmbar ist, eine breite, dünne, in bekannter Weise schief dorsalwärts verlaufende Platte, die mit ihrem Haupttheile im distalen Vierhügel sich verliert. Doch sendet dieselbe auch Fasern in das *Velum medullare anticum* und bildet die sogenannte Hirnklappenschleife, welche von *Meynert* (S. 756), *Henle* (III, S. 272), *Bumm* (l. c.) und *Schwalbe* (S. 644, Fig. 262 bei 11) erwähnt, bisher wenig Beachtung fand. *Krause* zählt dieselbe zum *Lemniscus medialis* (Anat. I, S. 431), was sicher nicht richtig ist. Bei Embryonen lassen sich diese im Velum sich kreuzenden Fasern mit Sicherheit zum *Lemniscus lateralis* verfolgen (Fig. 559, in der diese Fasern bis in die Nähe des *Trochlearis* dargestellt sind). Auch glaube ich hier gefunden zu haben, dass dieselben mit dem Frenulum zusammenhängen, das aus schiefen Bündeln besteht, die in der Mitte durch eine dorsalwärts konvexe Kommissur verbunden sind.

Indem die Schleife gegen den hinteren Vierhügel emporsteigt, sondert sich in derselben nach und nach eine längliche Zone von Querschnitten, deren Be-

Fig. 560. Querschnitt durch die *Medulla oblongata* eines menschl. Embryo von 9 Mon. am cerebralen Rande der Brücke. Ser. VI. Nr. 308; 5:1. *Weigert*. *Bc* Kreuzung der Bindearme, ventralwärts weiter gediehen als dorsalwärts; *Fl.d Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *Gr* centrales Grau; *Ll Lemniscus lateralis*; *Lm Lemniscus medialis*; *Lm*[1] Stelle desselben, die eine Menge dunkelrandiger Fasern in die *Substantia nigra* und den Hirnschenkelfuss abgiebt; *Nq* Kern des hinteren Vierhügels; *Ped* Basis des Hirnstieles mit dunkelrandigen Fasern im mittleren Abschnitte; *Ptr* Rest der Querfasern der Brücke; *Sn Substantia nigra*; *Sp Substantia perforata postica*; *Vd Quintus descendens*; *IV Trochlearis*; *a* Aquaeductus.

deutung erst dann deutlich wird, wenn man die vordersten Gegenden des hinteren Hügelpaares untersucht. Dann ergiebt sich, dass während die Hauptmasse dieser Schleife mit dem Kerne dieses Hügels immer unansehnlicher wird, das genannte Feld unverändert sich erhält und schliesslich als Antheil der lateralen Schleife zum vorderen Hügelpaare sich ergiebt, wie dies später geschildert werden soll.

Der *Nucleus Lemnisci lateralis* erhält sich in der Regel bis zu der Stelle, wo die Fasern der Schleife in den Kern des hinteren Vierhügels einzudringen beginnen und finde ich denselben gerade in seinen nahezu letzten Stadien am entwickeltsten und aus einer länglichen, nicht zusammenhängenden Masse grauer Substanz gebildet. Ausser diesem Kerne findet man beim Menschen nicht selten einen kleinen, rundlich länglichen Kern (Fig. 559) bei n' zwischen dem *Lemniscus lateralis* und dem Bindearme, dagegen war ich bisher nicht im Stande, den von *v. Bechterew* unter dem Namen *Corpus parabigeminum* beschriebenen Kern an der dorsolateralen Seite des *Lemniscus medialis* beim Menschen zu finden (Leitungsbahnen, S. 55, Fig. V, VI *nll*).

Grosse Beachtung verdienen quere Fasern, welche vom *Lemniscus lateralis* aus medianwärts ziehen und die ich nur bei *Held* und *v. Bechterew* kurz und nicht erschöpfend erwähnt finde. *Held* meldet [l. c., S. 235], dass aus der lateralen Schleife medial Fasern austreten, um sich dem Bindearme anzuschliessen, die mit diesem centralwärts vorzudringen scheinen. Die von *Held* diesen Fasern gegebene Abstammung soll im nächsten § erörtert werden und erwähne ich hier nur, dass dieselben von *Held* in der Fig. 2 seiner

Fig. 561.

Fig. 561. Querschnitt durch die hinteren Vierhügel nahe an ihrem proximalen Ende und durch die Hirnstiele in der Gegend der Trochleariskerne *NIV* und der Bindearmkreuzung *Brc* von einem fast ausgetragenen Embryo. Ser. I. Nr. 339. 5 : 1. *Weigert.* Ll^1 fast nur aus Querschnitten bestehender Rest des *Lemniscus lateralis*, welcher in den cerebralen Vierhügel eingeht; *Lm Lemniscus medialis* weit bis zu *Ll* heraufreichend; *Nqd* Kern des hinteren Vierhügels lateralwärts mit in denselben eintretenden Fasern des *Brachium posterius*; *Vd Quintus descendens.* In der Aushöhlung des *Fasciculus longitudinalis dorsalis* an beiden Seiten Trochlearis-Wurzelfasern, die zu in der Furche liegenden Ursprungszellen gehören. In der *Substantia reticularis* Bogenfasern und schiefe auf den *Lemniscus medialis* zu verlaufende Bündel; *a* dunkelrandige Fasern des Hirnstieles.

Taf. XIII von einem menschlichen Fötus von 32 cm sehr unbestimmt abgebildet sind, so dass jedenfalls nicht zu ersehen ist, wie dieselben zum Bindearme sich verhalten. Ausserdem sind drei solche Fasern noch in *Held*'s Schema Fig. 10 auf S. 228 dargestellt, von denen eine aus einer Zelle des lateralen Schleifenkernes abstammt, eine zweite aus dem Kerne des distalen Vierhügels und eine dritte als Collaterale aus einer Schleifenfaser. *v. Bechterew* erwähnt die fraglichen Querfasern (Leitungsbahnen, S. 113) mit folgenden Worten: „Von dem oberen Theile des lateralen Schleifenkernes geht medianwärts ein Bündelchen feiner Fasern ab, welches beim Menschen nur wenig, bei einigen Thieren (Hund, Katze) aber sehr gut ausgeprägt ist. Dasselbe schlägt darauf eine dorsomediale Verlaufsrichtung ein, erreicht die laterale Fläche der grauen Substanz des *Aquaeductus Sylvii*, wendet sich dann entlang dieser Fläche in der Richtung zur Raphe und verschwindet bald aus dem Gesichtsfeld.“

Fig. 562.

Diese Querbündel des *Lemniscus lateralis* finden sich sowohl beim Menschen als auch bei Säugern sehr gut entwickelt, zeigen jedoch nicht die geringsten Beziehungen zum Bindearme, gehören vielmehr den Bogenfasern an, welche die Haube in so reichlicher Menge durchsetzen. Von der Katze zeigt die Fig. 562 die Gegend, in welcher diese Bündel vorkommen, und die Fig. 563 und 564 stellen dieselben vom Menschen und von der Katze mässig vergrössert mit den umgebenden Theilen dar. Es ergiebt sich aus diesen Figuren, dass diese Fasern in den Ebenen der dorsalsten Bündel der Bindearme, dorsalwärts von dem kleinen Nebenkerne *n'*, wenn derselbe vorhanden ist, vom *Lemniscus lateralis* und meist in der Zahl von 4—5 Bündelchen abgehen, bei der Katze mit leicht dorsaler, beim Menschen mit ventraler Konvexität gegen die dorsale Kante des Bindearmes verlaufen und bündelweise denselben durchsetzen oder auch ganz an seiner dorsalen Seite verlaufen. Die Gegend, wo diese Bündel vorkommen, entspricht zugleich der Gegend der Trochleariskreuzung und dem hintersten Theile des Kernes des hinteren Vierhügels. Jenseits des Bindearmes angelangt, biegen sich die Fasern der Querbündel z. Th. noch diesseits, z. Th. jenseits der ab-

Fig. 562. Querschnitt des spinalen Endes des hinteren Vierhügels von der Katze. Nr. 184. 5 : 1. *Weigert*. *Bc Brachium conjunctivum*, lateraler Theil; *C* Commissur; *Fld Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *G* vom *Lemniscus lateralis* medianwärts verlaufende und in *Fibrae arcuatae* übergehende Querfasern; *Ll* in den Kern des hinteren Vierhügels einstrahlender *Lemniscus lateralis* mit grossen Kernhaufen; *Lm Lemniscus medialis; Nqd* Kern des hinteren Vierhügels; *P* Rest der Brücke; *Pyr* Pyramidenfasern; *R* Raphe; *Sr Substantia reticularis; a* Aquaeductus.

steigenden Quintuswurzel bogenförmig ventralwärts um und schliessen sich den hier vorkommenden Bogenfasern an, um mit denselben ventralwärts zu verlaufen, ohne dass die einzelnen Fasern weiter zu verfolgen wären.

Fig. 563.

Das Verhalten des *Lemniscus lateralis* da, wo er an den Kern des hinteren Hügelpaares herantritt, ist folgendes: Einmal verbreiten sich die Fasern desselben pinselförmig und umfassen den Kern wie ein Kelch (Fig. 562). Im weiteren

Fig. 564.

Verlaufe tritt ein Theil der Lemniscusfasern und zwar die mittleren und lateralen in das Innere des Kernes und verhält sich hier in einer später genauer zu beschreibenden Weise, während ein anderer, die medialen, den Kern umsäumen,

Fig. 563. Querschnitt eines Theiles der lateralen Schleife und der angrenzenden Theile von einem menschlichen Embryo von 9 Monaten. Ser. VI. Nr. 302. Syst. I. Oc. I. kurzer Tubus eines *Leitz*. *B* Bindearm dorsalster Theil; *Farc Fibrae arcuatae internae*; *Lm* laterale Schleife; *Tr* Querfasern der lateralen Schleife; *Vd* Fasern und Ursprungszellen des *Quintus descendens*; *IV* Bündel des Trochlearis.

Fig. 564. Ein Theil der Fig. 562, stärker vergr. Syst. II. Oc. I. k. Tub. *Ba* Bindearm; *Cg* centrales Grau; *K* ventrale Grenze des Kernes des hinteren Vierhügels; *NLl Nucleus lemnisci lateralis*; *IV* Querschnitt des Trochlearis; *a Aquaeductus Sylvii*; *q* Querfasern des *Lemniscus lateralis Ll*.

in die Kommissur der hinteren Vierhügel *c* übergehen und hier mit denen der anderen Seite sich kreuzen. Diese dorsale Kommissur besteht übrigens aus zwei Abschnitten und unterscheide ich: 1. Die Kommissur der lateralen Schleifen, welche den ventralen und kleineren Theil derselben bildet, und 2. die Kommissur der Arme des hinteren Hügelpaares. Diese Arme treten an der lateralen Seite an und in den Kern des hinteren Vierhügels heran und bilden hier an Frontalschnitten einen zusammenhängenden Saum von schiefen Fasern. Verfolgt man dieselben weiter, so ergiebt sich leicht, dass ein Theil derselben bogenförmig um den Kern herumzieht und unmittelbar in die Kommissur eintritt und durch dieselbe auf die andere Seite übergeht. Ein anderer sehr bedeutender Theil des Vierhügelarmes begiebt sich dagegen in den Kern selbst hinein und verliert sich z. Th. in demselben, z. Th. aber durchzieht er den Kern mit queren und leicht Sförmig verlaufenden Fasern und kleinen Bündeln, von denen sicherlich die grosse Mehrzahl an der medialen Seite des Kernes in Bogenfasern übergeht, die mit den Kommissurenfasern der lateralen Schleife sich verbinden und ebenfalls in die dorsale Kommissur übergehen. Ein anderer Theil dieser Querfasern des Vierhügelkernes tritt jedoch ganz unzweifelhaft nicht in die dorsale Kommissur, sondern geht in das centrale Höhlengrau des Aquaeductus hinein und verliert sich in diesem.

Held beschreibt unter den Endigungen der lateralen Schleife auch ein Bündel, das nicht in näheren Beziehungen zur Vierhügelregion steht, sondern, wie er sich ausdrückt, eine direkte acustische Rindenbahn darstelle. Es handle sich um Fasern der lateralen Schleife, welche den unteren Vierhügel durchziehen, z. Th. von hier entspringenden Achsencylindern verstärkt in das *Brachium anticum* (sic?) desselben übertreten und dann weiter durch die *Regio subthalamica* in die *Capsula interna* gelangen, von wo aus sie zur Rinde des Temporallappens ziehen. Abgebildet ist der Anfang dieser „corticalen Acusticusbahn“ vom menschlichen Embryo auf Taf. XIII, Fig. 2 und in dem Schema 7 B von der Katze.

Meine eigenen Bemühungen, eine solche direkte Rindenbahn der lateralen Schleife nachzuweisen, schlugen bei mehreren menschlichen Embryonen, bei der Katze und dem Kaninchen fehl. Genauer bezeichnet gelang es mir nicht, Abzweigungen der lateralen Schleife, wie sie *Held* in einer einzigen nicht schematischen, aber mir unverständlichen Zeichnung darstellt, zu finden, alles andere, was *Held* sonst noch vorbringt, ist Hypothese und kann füglich unbesprochen bleiben. Mit diesen Bemerkungen bin ich übrigens nicht gemeint zu leugnen, dass keine direkten Beziehungen der Schleifenfasern zum grossen Gehirne sich finden, denn dieselben könnten ja leicht durch die Arme des hinteren Hügelpaares zu Stande kommen und behaupte ich nur so viel, dass solche Beziehungen vorläufig nicht nachgewiesen und selbst unwahrscheinlich sind, da *v. Monakow* nachgewiesen hat (Arch. f. Psych. Bd. 22, S. 7), dass nach Abtragung eines Temporallappens beim Kaninchen und der Katze die laterale Schleife ganz normal bleibt.

§ 156.

Feinster Bau der lateralen Schleife und des hinteren Vierhügels. Indem ich im Folgenden auf den feinsten Bau der genannten Theile

eingehe, kann ich nicht umhin, auch auf die kleine Olive und die Trapezfasern Rücksicht zu nehmen, da seit dem Erscheinen der ersten Hälfte dieses Bandes mehr oder minder ausführliche Darstellungen von *Held* (Arch. v. *His* 1893, S. 201), von *P. Martin* (Anat. Anz. 1893, S. 181) und auch von *L. Sala* (Arch. f. mikr. Anatomie, Bd. 42, 1893, S. 18) erschienen sind, die ich nicht unbesprochen lassen kann.

Vom *Ganglion ventrale acustici* und dem *Tuberculum acusticum* habe ich in erster Linie zu bemerken, dass ich die von *Held* in diesen grauen Massen beschriebenen absteigenden Faserverästelungen nicht zu finden im Stande bin (Arch. v. *His* 1892). Dieselben sollen z. Th. mit den *Striae acusticae* verlaufen und wird für diese Annahme die Fig. 9 auf Taf. II l. c. angeführt, die eine einzige, neben dem *Corpus restiforme* verlaufende ventralwärts sich verästelnde Faser darstellt. Es ist jedoch klar, dass eine solche Beobachtung nur dann etwas beweisen würde, wenn die betreffende Faser auf grösserer Länge verfolgt worden wäre, was nicht der Fall ist, indem die tägliche Beobachtung lehrt, dass Collateralen und Fasernäste in sehr verschiedenen Richtungen verlaufen können, wie denn gerade meine Fig. 478 von derselben Stelle ventralwärts verlaufende Collateralen von aufsteigenden Fasern zeigt. Noch zweifelhafter sind nach *Held* selbst von Trapezkernzellen entspringende Fasern (l. c. S. 36 u. Taf. II, Fig. 11), die in den ventralen Acusticuskern zu gelangen scheinen und muss man sich nur wundern, wie dieser Autor auf diesen Schein hin sofort die Annahme einer auch hier vorkommenden absteigenden Bahn gründet (s. auch S. 261 dieses Werkes).

Die eben besprochene Frage erscheint von allgemeiner Tragweite. Nach den bisherigen Untersuchungen stellt es sich als Regel heraus, dass sensible Leitungen so sich machen, dass dieselben centripetal wirken, auch wenn sie aus zwei und mehr Gliedern oder Neuronen *(ich)* bestehen. So haben wir als erste Cochlearisbahn die bipolaren Zellen im *Ganglion spirale cochleae* und ihre Enden im *Ganglion ventrale* und Tuberculum, als zweite Bahn, die von den Zellen dieser grauen Herde entspringenden Trapez- und Striafasern mit ihren Enden in der kleinen Olive (und dem hinteren Vierhügel), als dritte Bahn die Olivenfasern und ihre Enden im hinteren Vierhügel, als vierte Bahn die Vierhügelfasern und ihre Enden im Temporalhirn. Bei den sensiblen Bahnen ist mithin das Gesetz das, dass dieselben zuletzt auf den Sitz der bewussten Empfindung zuleiten. Im Gegensatze hierzu wirken motorische Leitungen immer absteigend, und können ebenfalls aus mehreren Gliedern bestehen. Neben diesen Leitungen finden sich noch sensoriell-motorische oder Reflexleitungen. Aber sensoriell-sensorielle Leitungen sind bisher noch nicht nachgewiesen, es sei denn, man wolle die noch räthselhaften centrifugalen Fasern im Opticus hierher zählen, die jedoch unzweifelhaft einer anderen Deutung fähig sind. Wenn wir somit auch vorläufig nicht einsehen, was eine sensible oder allgemein gesagt eine vom Centrum herkommende Erregung der Endkerne des *N. cochlearis* für eine physiologische Bedeutung haben sollte, so erscheint es mir doch gerathen, in diesem so schwierigen Gebiete nicht vorschnell eine Entscheidung zu fällen. Jedenfalls aber ist es am Platze, centrifugal wirkende Leitungen auf oder zu sensiblen Endkernen nicht ohne die zwingendsten Gründe anzunehmen.

Ein zweiter, wichtiger Punkt ist der, ob Fasern des *N. cochleae* über ihre Hauptendkerne hinausgehen und sich den Fasern der *Striae acusticae* und den Trapezfasern beigesellen, um mit denselben hirnwärts weiter zu ziehen.

Auch diese Frage ist von *Held* aufgeworfen, jedoch nicht bestimmt entschieden worden, obschon er dieselbe in seine Schemata als erledigt aufgenommen hat (s. Fig. 1). Mit Bezug auf die direkten Cochlearfasern in den Striae resp.

in dem Theil der Cochlearbahn, die um den *Pedunculus cerebelli* herumzieht, verweise ich auf das S. 256 Bemerkte, womit auch *Martin* (l. c. S. 183) übereinstimmt, und was direkte Cochlearisfasern im *Corpus trapezoideum* anlangt, so vermisse ich bei *Held* jede Thatsache, die für die Annahme solcher Elemente sprechen könnte. Und doch wird diese Hypothese als Basis weiterer Erwägungen benützt!

Ich komme nun auf die neuen Angaben von *Sala* zu sprechen, denen zufolge der ventrale Acusticuskern der wirkliche Ursprungskern für die Fasern des *N. cochlearis* sein soll. Der genannte Kern soll in seinem mehr centralen Theile Zellen von *Golgi*'s II. Typus enthalten, deren nervöse Fortsätze ein Netzwerk bilden, aus dem die Fasern des inneren und vorderen Theiles des *Nervus cochleae* entstehen. Die mehr peripheren Zellen des Ganglion, eingekapselte Elemente, die an die peripheren Nervenzellen erinnern, pflanzen sich nach ihm mit ihrem einfachen Nervenfortsatze rechtwinkelig in T-Form an die Fasern der vorderen und hinteren Wurzel des Acusticus ein.

Im *Corpus trapezoides* sollen aus dem ventralen Kerne stammende Fasern verlaufen, welche Fortsetzungen eines Astes der T-Fasern sind.

Die *Striae acusticae* lässt *Sala* wie alle Autoren aus dem Tuberculum abstammen und ausserdem aus den mehr nach innen gelegenen Zellen des ventralen Kernes. Wie reimt sich dies mit der Behauptung, dass diese Zellen Alle dem *Golgi*'schen II. Typus folgen?

Mit diesen Sätzen kann ich unmöglich mich einverstanden erklären. Wie konnte *Sala* der berühmten Beobachtung seines Landsmannes Marchese *Alf. Corti di San Stefano Belbo*, derzufolge das *Ganglion spirale cochleae* und die *Intumescentia ganglioformis Scarpae* bipolare Nervenzellen enthalten, so wenig Beachtung schenken! Diese Beobachtung, die ich vor langer Zeit bestätigte und in allen Auflagen dieses Handbuches besprach, ist seit *His*, der die Art und Weise des Ursprunges der sensiblen Cerebrospinalnerven in ein neues Licht gestellt hat, noch wichtiger geworden und hat nun auch durch *His* bei Embryonen und durch *Retzius* an *Golgi*-Präparaten neue Bestätigungen erfahren. In der That sind auch mit der Methode von *Golgi* diese bipolaren Acusticuszellen leicht nachzuweisen. Um so mehr muss es befremden, dass *Sala* diese Thatsachen einfach übergeht.

Dem Bemerkten zufolge kann von Ursprüngen des *Nervus acusticus* im Gehirne keine Rede sein und sind auch in der That, was *Sala* als T-Fasern abbildet und beschreibt, einfach Achsencylinderfortsätze mit Verästelungen oder Collateralen. Wenn man vom Rückenmarke weiss, welche zahlreichen Verästelungen und Collateralen Zellen von *Golgi*'s I. Typus oft abgeben (S. m. Fig. 390 die Zellen 1, 8 und 9 und Fig. 391), so wird man bei Deutung von Bildern, wie sie *Sala* in seinen Figg. 4, 7 und 8 giebt, nicht vorsichtig genug sein können. Was seine Fig. 6 von zwei Zellen anlangt, deren Achsencylinder anastomosiren, so ist dieselbe doch wohl auch nicht über jeden Zweifel erhaben, indem ja die Faser *a* gar nicht mit der Zelle *A* zusammenhängt, sondern an dem kurzen Protoplasmafortsatze der Zelle vorbeigeht! Im Uebrigen möchte ich nun noch bemerken, dass für einmal keine der bisher vorliegenden Abbildungen von *Sala* und *Held* (Fig. 3 aus dem *Tuberculum acusticum*) für das Vor-

kommen echter Zellen von *Golgi*'s II. Typus in den Ganglien des *Nervus cochleae* beweisend erscheint und habe ich bisher in beiden Ganglien nur Zellen von *Golgi*'s I. Typus gefunden.

Mit Bezug auf die Vergleichung des *Ganglion ventrale* mit einem Spinalganglion ist endlich noch zu bemerken, dass dieselbe in neuerer Zeit allzusehr betont wird. Die einzige Aehnlichkeit, die ich finde, beruht in dem nahen Beisammenliegen der grösseren mehr rundlichen Zellen in dem mehr oberflächlichen Theile des Ganglion und in dem Vorkommen kleiner Kerne, die offenbar Gliazellen und Gefässen angehören, um dieselben herum, welche Kerne man mit denen der Scheide peripherer Ganglienzellen verglichen hat. Doch fehlt eine solche echte Scheide durchaus und steht auch der Vergleichung mit einem Spinalganglion das im Wege, dass, wie ich besonders hervorhob (s. Fig. 477 u. S. 255), jede Zelle von einem dichten Korbe von Endigungen von Aesten des *Nervus cochleae* umgeben wird.

Die kleine Olive und die Bildung der lateralen Schleife anlangend stellt sich im Wesentlichen eine erfreuliche Uebereinstimmung zwischen den unabhängig von einander unternommenen Untersuchungen von *Held* und *mir* (II 1 dieses Werkes) heraus und stelle ich hier die Hauptresultate, wie sich dieselben aus älteren und neueren Untersuchungen mir ergaben, zusammen.

1. In der kleinen Olive enden: a) Zahlreiche Trapezfasern, die aus dem *Ganglion ventrale* derselben Seite von der lateralen Seite in dieselbe einstrahlen. Diese Fasern sind für den Haupttheil des Organes bestimmt und stammen theils von ventralen Trapezfasern, theils von den von mir als dorsale Trapezbündel bezeichneten Elementen.

b) Ferner Trapezfasern aus dem kontralateralen *Ganglion ventrale*, die in der Raphe mit Fasern der anderen Seite sich kreuzen und vor allem für den medialen Nebenkern bestimmt sind. Von diesen beiderlei Elementen geben frontale Schnitte die beste Auskunft.

c) Sehr zahlreiche Collateralen ventraler Trapezfasern derselben Seite (m. Fig. 486). *Held* beschreibt auch Collateralen dorsaler Trapezfasern, die ich nicht anzweifeln will, doch scheinen dieselben nach seiner Fig. 6 auf Taf. XIII des Arch. von *His* 1893 eher selten zu sein.

d) Fasern der *Striae acusticae* derselben Seite? Ob diese Fasern wirklich in die Olive eindringen, ist noch nicht festgestellt und ist es viel wahrscheinlicher, dass dieselben an diesem Organe nur vorbeiziehen und in die laterale Schleife derselben Seite übertreten.

2. In der kleinen Olive entspringen:

a) Fasern der lateralen Schleife derselben Seite. Diese Elemente sind an Frontalschnitten mit Leichtigkeit zu erkennen, ziehen aus dem Innern der Hauptolive heraus und sammeln sich am proximalen Ende derselben zu einem stärkeren Bündel, das mit den medialen Schleifenfasern sich vereint. Die Zellen des Olivenhauptkernes haben ihre nervösen Fortsätze so wechselnd gerichtet, dass sich aus der Stellung derselben nichts sicheres über den Verlauf der von ihnen entspringenden Fasern sagen lässt. (Von 26 von mir an Querschnitten untersuchten Zellen der Katze ging der nervöse Fortsatz bei acht Zellen dorsalwärts, bei neun ventralwärts, bei sechs nach der medialen Seite und bei

dreien lateralwärts.) Nimmt man aber das dazu, was beim Studium des Faserverlaufes in der Olive selbst sich zeigt, so ergiebt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass dieses Organ keine Fasern an das *Corpus trapezoides* und mithin auch nicht in die kontralaterale Schleife abgiebt.

b) Fasern zum Abducenskerne (sogenannter Stiel der kleinen Olive). Diese Fasern kommen, vor allem beim Menschen leicht nachweisbar, aus dem Nebenlappen heraus und stammen wohl sicher von den Zellen desselben ab, die vorwiegend ihre nervösen Fortsätze dorsalwärts senden. (Von neun hierauf untersuchten Zellen der Katze verlief der nervöse Fortsatz sechsmal dorsalwärts, je einmal ventrolateral, lateral und medianwärts.)

3. Im Trapezkern entspringen Nervenfasern, deren Verlauf noch sehr ungewiss ist. Die Zellen dieses Kernes, der, nachträglich bemerkt, weiter cerebralwärts reicht als die kleine Olive, messen 15—30 μ, sind alle multipolar und ziehen ihre Achsencylinderfortsätze in verschiedenen Richtungen. An Querschnitten des verlängerten Markes der Katze fand ich unter sieben solchen drei dorsalwärts, einen ventralwärts, einen nach der medialen Seite und zwei lateralwärts verlaufend und ein Frontalschnitt zeigte einen solchen Fortsatz, der cerebralwärts verlief. Von Trapezkernzellen, die *Held* in seiner Fig. 6 darstellt, sendet 1 (b) ihren nervösen Fortsatz in den Stiel der Olive, zwei medianwärts, zwei lateralwärts, zwei in die Olive selbst. Diese Trapezfasern sollen nun nach *Held* gehen, einmal in den Abducenskern, zweitens in die gleichseitige laterale Schleife, drittens in die kontralaterale Schleife. Ausserdem nimmt dieser Autor in dem der Raphe zugewendeten Abschnitte des Trapezkernes eigenthümliche Faserkörbe um die Trapezkernzellen an, die er von Trapezkernfasern der anderen Seite ableitet und will dies damit begründen, dass Trapezkernfasern schon auf derselben Seite solche Faserkörbe um Trapezkernzellen bilden, was mir unverständliche Abbildungen (Fig. 6 *d*, *d*) belegen sollen.

4. Im Trapezkern endende Nervenfasern. Im Trapezkern finden sich bei jungen Katzen und Kaninchen mir längst bekannte, sehr eigenthümliche Bildungen, die ich im § 142 als Zellen des Trapezkernes beschrieb (Fig. 486 *trz*, S. 261), während *Held* dieselben als Faserkörbe um die Trapezzellen herum auffasst und den Faserkörben um die *Purkinje*'schen Zellen herum vergleicht (l. c. S. 219, Fig. 1 bei *d* und Taf. XXIX, Fig. 6 *d*). Neueste Untersuchungen haben mir über diese Gebilde folgendes ergeben: Die Faserkörbe in der von *Held* und mir beschriebenen Form sind Kunstprodukte und finden sich an deren Stelle in günstig versilberten Objekten nur ganz zarte Endverzweigungen von Nervenfasern etwa wie im *Ganglion ventrale acustici*, die die einzelnen Trapezkernzellen mit einem dichten Netze umgeben, Bildungen, die schon auf S. 267 richtig beschrieben wurden, zu einer Zeit, als ich noch nicht wusste, dass die groben Körbe, die 20—38 μ messen, dasselbe sind. Die dicken Nervenfasern, die die groben Körbe tragen, von 2,0—2,5 μ Durchmesser, sind entschieden auch Kunstprodukte und stellen im natürlichen Zustande nicht die nervösen Fortsätze der Trapezkernzellen vor, wie ich annahm, sondern sind Trapezfasern, welche an den Trapezkernzellen enden. Diese Trapezfasern stammen z. Th. vom gleichseitigen *Ganglion ventrale*, z. Th. vom kontralateralen Ganglion und ist somit das Verhalten des *Corpus trapezoides* zum Trapezkerne genau dasselbe, wie zur kleinen Olive.

Die Annahme von *Held*, dass Neuraxonen von Trapezkernzellen um andere solche Zellen Endverzweigungen erzeugen, ist sicherlich sehr befremdend, indem im cerebrospinalen Gebiete als Regel aufgestellt werden kann, dass die Zellen eines Kernes nicht in demselben Kerne ihre Endverästelung bilden, sondern in einem zweiten Kerne. Es wäre daher eine solche Aufstellung nur gerechtfertigt, wenn zwingende Gründe für dieselbe vorlägen, was nicht der Fall ist.

An der lateralen Schleife lassen sich nach dem bisher Bemerkten ausser den schon besprochenen *Striae acusticae* und dem Haubenantheil unterscheiden:

1. Fortsetzungen der Trapezfasern der kontralateralen Seite.
2. In den kleinen Oliven entspringende Fasern.
3. Aus dem Trapezkerne beider Seiten stammende Elemente.

Die weitere Frage ist nun die, wie verhalten sich die Schleifenfasern in ihrem Verlaufe zum Kerne des hinteren Vierhügels und welche Bedeutung hat der *Nucleus Lemnisci lateralis*. *Held* ist der einzige, der bis anhin diese Verhältnisse genauer geprüft hat und gestalten sich dieselben nach seinen Annahmen folgendermassen:

1. Geben die Schleifenfasern Collateralen ab, die sich im Schleifenkerne verzweigen;
2. Treten dieselben in den Kern des hinteren Vierhügels und enden hier mit Verästelungen;
3. Gehen solche Fasern auch in den vorderen Vierhügel ein;
4. Enden Fasern der lateralen Schleife im Schleifenkerne;
5. Geben die Zellen des Kernes der lateralen Schleife Fasern den Ursprung, die z. Th. aufsteigend cerebralwärts weiter verlaufen, z. Th. spinalwärts in der Schleife in der Richtung gegen die kleine Olive absteigend dahin ziehen;
6. Ueberschreitet bei beiden Vierhügeln ein Theil der Schleifenfasern die Mittellinie und endet auf der entgegengesetzten Seite;
7. Folgen die Nervenzellen des hinteren Vierhügels z. Th. *Golgi*'s II. Typus, z. Th. die grösseren dem I. Typus und senden ihre Neuraxonen die einen absteigend in die laterale Schleife, die andern aufsteigend in den vorderen Vierhügel;
8. Enden die Zellen des vorderen Vierhügels mit ihren Axonen theils in diesem, theils ziehen dieselben absteigend gegen die Schleife;
9. Durchziehen gewisse Schleifenfasern den hinteren Vierhügel und gehen durch in diesem entspringende Fasern verstärkt in den Arm desselben und in corticale Acusticusfasern über;
10. Schliessen sich gewisse Schleifenfasern medianwärts verlaufend dem Bindearme an und haben vielleicht auch die Bedeutung einer centralen Bahn (Fig. 10). Die betreffenden Fasern sind theils umbiegende Schleifenfasern, theils Collateralen (Fig. 10 *m*), theils Neuraxonen von Schleifenkernzellen (Fig. 10 *c*) oder von Zellen des distalen Vierhügels (Fig. 10 *g*). Ausserdem meldet *Held*, dass in dem dem Bindearme sich anschliessenden Bündel der lateralen Schleife eine gekreuzte Bahn zum hinteren Vierhügel liege (S. 246).

Angesichts dieser sehr ausführlichen Mittheilungen *Held*'s ist die erste Frage die, auf welche Beobachtungen dieselben sich stützen und da ergiebt sich dann, dass alle bestimmten Angaben und Abbildungen fehlen. Der einzige Beleg ist seine Fig. 10, die als halbschematisch und aus mehreren Schnitten kombinirt

bezeichnet wird, die jedoch so schematisch ist, dass ein Schnitt, der alles darstellt, was auf dieser Figur enthalten ist, als nicht möglich bezeichnet werden muss. Ich habe mich bemüht, durch Beobachtungen dem Verhalten der lateralen Schleife und des hinteren Vierhügels auf den Grund zu kommen und in dieser Beziehung folgendes gefunden:

1. Die Fasern der lateralen Schleife geben median- und lateralwärts und auch dorsalwärts Collateralen ab, die sich im Schleifenkerne verästeln. In demselben Kerne endet auch ein Theil der Fasern der lateralen Schleife selbst mit Endbäumchen.

2. Ein zweiter Theil der Fasern der lateralen Schleife endet im Kerne des hinteren Vierhügels und gesellt sich den Fasern bei, die, im Kerne der lateralen Schleife entspringend, auch in den Vierhügel eintreten. Diese Fasern sind alle als zuleitende zu betrachten, enden um die Zellen dieses Kernes und zeigen einen eigenthümlichen Verästelungstypus (Fig. 565). Dieselben ziehen nämlich im Innern des Kernes häufig einander parallel oder leicht divergirend lang dahin und geben in ihrem Verlaufe schon eine Menge Seitenästchen ab, die zu einfachen Endbäumchen führen, wie solche auch an ihren letzten Enden vorkommen. Von dem gewöhnlichen Verhalten zuleitender Nervenfasern in centralen Kernen, auch in sensiblen Endkernen, in denen die Verästelung eine gedrängte und die Endbäumchen sehr dicht sind, unterscheidet sich diese Verzweigungsart sehr wesentlich und möchte ich, physiologisch ausgedrückt, sagen, dass im distalen Vierhügel eine zuleitende Faser auf viel mehr Zellen einzuwirken im Stande ist, als an anderen Orten.

3. Andere Fasern der lateralen Schleife, die ich wegen ihrer Lage an der lateralen Seite des Schleifenkernes und wegen ihres zusammenhängenden Verlaufes von der ventralen Seite her nicht auf den Schleifenkern beziehen kann, gehen in die Kommissur des *Velum medullare anterius* ein und kreuzen sich hier mit denen der anderen Seite.

4. Die Zellen des Kernes der lateralen Schleife, bei denen an 19 die Axonen bestimmt wurden, sandten dieselben neunmal medianwärts, sechsmal in der Richtung gegen den hinteren Vierhügel, zweimal lateralwärts, einmal medianwärts und dann ventralwärts und einmal umgekehrt erst nach der ventralen und dann nach der medialen Seite. Auf längeren Strecken waren diese Neuraxonen nie zu verfolgen und stelle ich daher nur mit Vorsicht folgende Sätze auf:

a) Im lateralen Schleifenkerne entspringen Fasern, die zum hinteren Vierhügel gehen und in demselben enden.

b) Von demselben gehen auch Fasern aus, welche an der medialen Seite des Kernes der hinteren Vierhügel in die Kommissur derselben eintreten und mit denen der anderen Seite sich kreuzen.

c) Weiter entspringen beim Menschen und bei Säugern im lateralen Schleifenkerne auch die medianwärts verlaufenden queren Faserbündel, die, wie wir oben schon sahen, in die *Fibrae arcuatae* der *Formatio reticularis* übergehen und nicht, wie *Held* annimmt, an die Bindearme sich anschliessen. Für eine Beziehung dieser Fasern zum lateralen Schleifenkerne spricht auch, dass dieselben bei Thieren, bei denen dieser Kern sehr stark ist, wie bei der Katze, viel mächtiger entwickelt sind als bei anderen.

5. Für die Annahme *Held's*, dass im lateralen Schleifenkerne Fasern entspringen, die absteigend verlaufen, gaben mir meine Untersuchungen keine Anhaltspunkte.

Fig. 565.

6. In dem hinteren Vierhügel finden sich multipolare Zellen von sehr verschiedenem Charakter und Grösse. Nach Untersuchungen beim Men-

Fig. 565. Enden von centripetalen Fasern aus dem hinteren Vierhügel der Katze. Starke Vergrösserung. *Golgi.*

schen, bei der Katze, dem Kaninchen und der Maus unterscheide ich einmal kleine Zellen von 15—20 μ mit zahlreichen, reich verästelten kürzeren Ausläufern und einem Neuraxon, der dem *Golgi*'schen II. Typus zu folgen scheint. Schon *Vincenzi* (l. s. c.) hat in der Fig. 6 seiner Taf. I eine solche Zelle abgebildet und auch *Held* nimmt solche Zellen an, ohne sie genauer zu beschreiben oder abzubilden (s. Fig. 10 *f*). Meine Fig. 566 stellt einige solche Zellen aus dem distalen Vierhügel der Katze dar, von denen wenigstens die eine dem II. Typus anzugehören scheint, während die andere auch dem I. Typus angehören könnte, wie oben schon bemerkt wurde. Zweitens finden sich auch zahlreiche grosse Zellen in diesem Hügel, die im Mittel 30—50 μ messen, aber auch die sehr bedeutende Grösse von 60—76 μ erreichen können. Diese Elemente zählen alle zu *Golgi*'s I. Typus und ziehen ihre Neuraxonen vorwiegend dorsal-, lateral- und medianwärts. Zellen, die ihren Neuraxon in die laterale Schleife oder in den Bindearm abgeben, war ich zu finden nicht im Stande und kann

Fig. 566.

ich die hierauf bezüglichen schematischen Darstellungen *Held*'s (Fig. 10 *g*) nicht unterstützen. Da der distale Vierhügel durch Nervenfasern einmal mit dem kontralateralen Hügel, dann mit seinem Brachium und endlich mit den *Fibrae arcuatae* der Haube in Verbindung steht, so wird man die Neuraxonen seiner Zellen wohl in diese Fasern übergehen lassen dürfen.

Bei meinen Bestimmungen der Richtungen des Verlaufes der Neuraxonen der Zellen des distalen Vierhügels ergab sich folgendes: Bei einer jungen Katze verliefen in 15 Fällen die Neuraxonen dieser Zellen 7 mal dorsalwärts, 3 mal median- und 3 mal lateralwärts, endlich 2 mal erst nach der ventralen und dann nach der lateralen Seite. Eine 2. Beobachtung ergab in 9 Fällen 4 dorsale, 3 dorsomediale, 1 lateralen und 1 medialen Neuraxon. Beim Kaninchen wurden in einem Vierhügelkerne 45 Zellen geprüft. Die Neuraxonen zogen in 17 Malen dorsal- oder dorsolateralwärts, 6 mal lateralwärts, 11 mal median- oder dorsomedianwärts, 4 mal ventralwärts, 4 mal ventromedianwärts und 5 mal ventrolateralwärts. In einem andern Vierhügelschnitte desselben Kaninchens

Fig. 566. Zwei Zellen von *Golgi*'s II. Typus (?) aus dem hinteren Vierhügelkerne einer 10 Tage alter Katze.

wurden 28 Neuraxonen der grossen Zellen bestimmt. Davon liefen 5 nach der dorsalen, 8 nach der lateralen, 6 nach der medialen, 4 dorsolateral-, 1 dorsomedial-, 2 ventromedial- und 2 ventrolateralwärts.

7. Ein nicht unbedeutender Theil der lateralen Schleife tritt in den vorderen Vierhügel und wird bei diesem weiter geschildert werden.

Ausser den Zellen im Kerne der hinteren Vierhügel finde ich noch in der oberflächlichsten Markschicht dieser Hügel, die wohl vorwiegend von dem einstrahlenden Arme dieses Hügels gebildet wird, eine schmale Zone, die eine grosse Menge kleiner Nervenzellen führt. Diese Elemente gleichen im Wesentlichen den kleinsten und kleinen Zellen des Vierhügelkernes selbst, stehen häufig nur in Einer Reihe, oft recht dicht und senden, so viel ich sah, ihre Neuraxonen alle einwärts, die einigen spärlichen Wahrnehmungen zufolge wenigstens z. Th. dem *Golgi*'schen II. Typus folgen. Solche kleine Zellen finden sich übrigens nicht nur in der Gegend der Kerne dieser Vierhügel selbst, sondern auch in derjenigen der Kommissur dieser Hügel. Ferner zeigen, wie wir später sehen werden, auch die vorderen Vierhügel oberflächlich ähnliche Elemente.

Alles zusammengenommen ergiebt sich somit nach meinen Erfahrungen für den Faserverlauf in der lateralen Schleife und in den distalen Vierhügeln folgendes als das Wahrscheinlichste:

1. Der laterale Schleifenkern und der Kern der hinteren Vierhügel sind Endstationen für die Fasern der lateralen Schleife, ohne dass sich vorläufig mit Sicherheit bestimmen liesse, welche Bestandtheile dieser Schleife da und welche dort enden. Dagegen ist unzweifelhaft, dass die grosse Mehrzahl der lateralen Schleifenfasern dem Kerne der distalen Vierhügel angehört.

2. Vom lateralen Schleifenkerne aus gehen weitere tertiäre (?) Bahnen:
 a) zum Kerne des distalen Vierhügels,
 b) zu den *Fibrae arcuatae* der Haube, deren Bedeutung weiter unten besprochen werden soll.
 c) Möglicherweise zur Kommissur der Vierhügel.

3. Vom Kerne des hinteren Vierhügels gehen weitere Bahnen aus:
 a) in den Arm dieses Vierhügels (cerebrale Acusticusbahn?);
 b) in die Kommissur dieser Hügel;
 c) in die *Fibrae arcuatae* der Haube.

Die distalen Vierhügel müssen allem zufolge als eine Hauptstation für den *Nervus cochleae* angesehen werden, während der laterale Schleifenkern wohl wesentlich dieselbe Rolle spielt, wie die kleine Olive.

§ 157.

Der vordere Vierhügel. Dieses Vierhügelpaar unterscheidet sich von den hinteren Hügeln sehr wesentlich dadurch, dass dasselbe bei allen den Säugethieren, bei denen dasselbe deutlich abgegrenzt und erkennbar ist, in sehr innigen Beziehungen zum Gesichtssinne steht, indem ein Theil des Opticus durch das *Brachium anterius* in diese Hügel eindringt und in denselben endigt. Diese Beziehungen wurden zuerst durch *Gudden*'sche Experimente mit Sicherheit erwiesen, und nun lässt sich auch der feinere anatomische Nachweis der Endigungen von Opticusfasern in einer bestimmten Zone dieser Hügel geben.

Ausserdem zeigen die vorderen Vierhügel noch Verbindungen mit anderen Theilen und zwar:

a) mit dem schon im vorigen § besprochenen Reste der lateralen Schleife,

b) mit gewissen Theilen der Hirnrinde, die als centrale Bahnen des Opticus anzusehen sind,

c) mit den Kernen der Augenmuskelnerven.

Die Anordnung der grauen und weissen Substanz im vorderen Zweihügel unterscheidet sich auf den ersten Blick insoferne wesentlich von derjenigen in den hinteren Hügeln, als hier ein gut begrenzter grauer Kern vollkommen fehlt und Nervenzellen fast durch alle Schichten desselben zerstreut vorkommen. Will man hier besondere Schichten annehmen, so ist im Ganzen beim Menschen eine scharfe Abgrenzung derselben unmöglich, immerhin können aus Zweckmässigkeitsgründen folgende Lagen unterschieden werden.

Fig. 567.

1. Eine oberflächliche, sehr dünne weisse Lage von 30—40 μ Mächtigkeit (*Schwalbe*), deren Elemente keinen bestimmt ausgeprägten Verlauf zeigen, vielmehr geflechtartig angeordnet sind, *Stratum zonale*, oberflächliches Mark.

Fig. 567. Querschnitt durch die *Pedunculi cerebri* und die vorderen Vierhügel des Menschen. Vergr. 4 : 1. Carmin. Nr. 448. *Br* Arm des vorderen Vierhügels; *Cqa* vorderer Vierhügel; *F* *Forel's* ventrale Haubenkreuzung; *Fl* *Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *L* Lemniscus; *M* *Meynert's* fontainenartige Haubenkreuzung; *Nr* *Nucleus ruber*; *Pp* Hirnschenkelfuss; *Sn* *Substantia nigra*; *Sn*[1] Längsbündel am Rande derselben; *Tg* Tegmentum oder *Substantia reticularis*; *Vd* absteigende Quintuswurzel; *III* Wurzeln des Oculomotorius; *III'* Kern der Oculomotorius; *a* *Aquaeductus Sylvii*.

2. Eine graue Lage (*cappa cinerea, Tartuferi*), welche wesentlich aus kleineren Nervenzellen besteht, aber auch zahlreiche feine dunkelrandige Fasern führt. Diese Lage ist beim Menschen viel dicker als das *Stratum zonale* und findet sich nur im Bereiche der Wölbung des Hügels, wie *Tartuferi* richtig bei *Cercopithecus* sie zeichnet (*Schwalbe*, Fig. 399), ist jedoch zwischen beiden Hügeln unterbrochen.

3. Die äussere, grauweisse Lage (die Opticusschicht von *Schwalbe*, das *Strato bianco-cinereo superficiale* von *Tartuferi*) ist mächtiger als die zweite Lage und besteht aus sehr zahlreichen grösseren und grossen Nervenzellen und Nervenfasern, die an der lateralen Seite schief aufsteigend, je weiter gegen die Medianebene zu um so mehr longitudinal im *Diameter sagittalis* verlaufen. Da wo diese Schicht seitlich beginnt, fliesst sie mit dem *Stratum zonale* zusammen und gehen beide vereint in den Arm dieses Zweihügels über. In der Mitte hängen beide grauweissen Lagen zusammen und zeigen einige Andeutungen von Kreuzungen. Noch ist hervorzuheben, dass diese Schicht in ihrer oberflächlicheren Hälfte mehr Nervenfasern zeigt, als im tieferen Theile und daher auch in zwei Unterabtheilungen sich zerfällen liesse.

4. Die innere grauweisse Lage (*Stratum Lemnisci*, *Schwalbe*, *Strato bianco-cinereo profundo*, *Tartuferi*, tiefes Mark der Autoren) ungefähr von derselben Mächtigkeit wie die dritte Schicht zeigt drei Unterabtheilungen und zwar

Fig. 568.

a) die Schleifenschicht. Diese besteht wesentlich aus Fortsetzungen des dorsalen Theiles der medialen Schleife, dem jedoch auch Theile des Armes dieses Vierhügels sich beigesellen, sowie aus einer Fortsetzung der lateralen Schleife. Der Antheil der letzteren ist beim Erwachsenen nicht sicher zu be-

Fig. 568. Querschnitt in der Gegend der vorderen Vierhügel von dem menschlichen Embryo Nr. 1. Präp. 358. 5 : 1. *Weigert*. *A* Aquaeductus; *Br* Arm des hinteren Hügels; *Cd* Kommissur der vorderen Hügel; *Fld Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *FM* Ende des *Fasciculus Meynert* in der Gegend der *Substantia perforata postica (Ganglion interpedunculare)*; *Ll* Rest des *Lemniscus lateralis*; *Lm Lemniscus medialis*; *Nr Nucleus ruber*; *Pp Pes pedunculi* markloser Theil; *Pp*[1] markhaltiger Theil desselben; *Qa* vorderer Vierhügel; *R* radiäre, die Bogenfasern kreuzende Elemente; *Tg* Bogenfasern in der tiefen Lage des Vierhügels, in die Haube übergehend; *III* Oculomotoriuswurzeln; *III*[1] Oculomotoriuskerne.

stimmen, leicht dagegen bei älteren Embryonen, bei denen die Fasern des Vierhügelarmes noch wenig entwickelt sind und zeigt beiliegende Fig. 568 von einem solchen bei *Ll* den Theil des *Lemniscus lateralis*, der in den proximalen Zweihügel übergeht, an der medialen Seite des dorsalsten Theiles des *Lemniscus medialis*, wogegen die Faserung des Vierhügelarmes nur wenig ausgeprägt ist. Beim Erwachsenen möchte wohl der dorsalste Theil der Schleifenschicht, der gewöhnlich dunkler erscheint, dem Reste des *Lemniscus lateralis* entsprechen. In der Verlängerung dieses Theiles zieht ein schmaler dunkler Zug von schiefen und bogenförmig verlaufenden Fasern, den ich den tiefen Bogenfasern zurechne, gegen die dorsale Mittellinie;

b) eine ansehnliche graue Lage, die an der medialen Seite der medialen Schleife ihre Lage hat;

c) endlich eine mächtige Lage von Bogenfasern, das eigentliche tiefe Mark (s. auch Fig. 460 u. 523), welche das centrale Grau umsäumen,

Fig. 569.

mit den vorhin erwähnten Bogenfasern zusammenhängen und mit denselben in der dorsalen Mittellinie eine Kreuzung oder Kommissur darstellen. Diese Bogenfasern sind es, die ventralwärts in die Haube übergehen und die *Meynert'*sche und *Forel'*sche Kreuzung darstellen (Fig. 569).

Die ganze vierte Schicht und noch ein Theil der dritten Lage sind im ganzen Umkreise der grauen centralen Substanz bis gegen den Oculomotoriuskern hin von sehr zahlreichen radiären Fasern durchzogen, die z. Th. dorsoventral, z. Th. quer, z. Th. schief neben dem *Nucleus ruber* dorsoventral und lateralwärts verlaufend den *Lemniscus medialis* durchziehen. Diese radiären

Fig. 569. Querschnitt durch den dorsalen Theil des Mittelhirns mit den proximalen Vierhügeln von einem ca. 8 Wochen alten menschlichen Embryo. *Golgi*. 8 : 1. Geringe Vergr. Im centralen Höhlengrau und zwischen den tiefen Bogenfasern viele multipolare Zellen. Die rothen Linien sind theils Achsencylinderfortsätze von Zellen, theils Collateralen von Bogenfasern. (Dieser Schnitt ist auf S. 335 fälschlich als von einem Kaninchen herrührend bezeichnet.)

Fasern setzen sich einem grossen Theile nach in das centrale Grau fort, welches durch einen übergrossen Reichthum an markhaltigen Fasern sich auszeichnet, z. Th. biegen sie in die Bogenfasern um.

Eine zweite Gruppe von radiären Fasern durchzieht die Haubengegend seitlich vom rothen Kerne, ungefähr in derselben Richtung, wie die lateralsten Oculomotorius-Wurzeln. Ventralwärts ziehen diese Fasern durch die Hauptmasse des *Lemniscus medialis* und lassen sich bis in die *Substantia nigra* verfolgen, wo sie sich verlieren, Fig. 567. Genauer ausgedrückt kommen aus der *Substantia nigra* eine grosse Anzahl von Fasern, die schief lateral- und dorsalwärts verlaufend theils mit ihrer Hauptmasse dem *Lemniscus medialis* sich anschliessen und denselben sehr wesentlich verstärken, theils denselben durchsetzend in die laterale Haubengegend ausstrahlen und sich hier verlieren. Meine Vermuthung, dass diese Züge von den Zellen der *Substantia nigra* entspringen, wird durch den ferneren Umstand gestützt, dass an *Golgi*'schen Präparaten vom Menschen, von Hund und Kaninchen die grosse Mehrzahl der Achsencylinderfortsätze der Zellen der *Substantia nigra* dorsalwärts gerichtet ist, und möchte somit zum ersten Male die Bedeutung dieses mächtigen Zellenlagers einigermassen festgestellt worden sein.

Ich ersehe aus *Bechterew's* Leitungsbahnen, dass derselbe ebenfalls Fasern annimmt, die in der *Substantia nigra* entspringen. Auf S. 108 erwähnt derselbe, dass die *Substantia nigra* einmal mit tiefer spinalwärts liegenden Gebilden durch Fasern verbunden sei, die von ihr zur Haube ziehen und zweitens lässt er aus der *Substantia nigra* ein Faserbündel in den Hirnschenkelfuss ziehen, das im medialen Abschnitte desselben zunächst der *Substantia nigra* liege. Und auf S. 157 sagt *Bechterew*, dass der Ort der Endigung der aus der *Substantia nigra* hervorgehenden Faserzüge im Gehirn nicht bekannt sei, doch habe man Grund zur Annahme, dass dieselben, wenigstens z. Th., mit dem *Corpus striatum* zusammenhängen. Bei alten Herden im Gebiete des vorderen Schenkels der inneren Kapsel sei neben absteigender Degeneration der Fasern des Hirnschenkelfusses auch eine Atrophie der Zellen der *Substantia nigra* beobachtet worden (*Witkowsky, v. Bechterew*) und *Jelgersma* habe bei einseitiger Hirnatrophie neben anderem auch eine Atrophie des *Corpus Luysii* und der *Substantia nigra* gefunden. Weiteres über das Verhalten der Zellen der *Substantia nigra* und den genaueren Verlauf der von ihnen entspringenden Fasern erfährt man von *v. Bechterew* nicht.

5. Eine letzte Lage der proximalen Zweihügel wird durch das centrale Grau dargestellt, welches eine bedeutende Anzahl von Zellen und ungemein viele feinste, feinere und auch gröbere Nervenfasern enthält, von denen ein Theil radiär, die meisten aber in allen möglichen Richtungen verlaufen. Bei einem Erwachsenen war bei einer Breite des centralen Grau an den Seiten des Aquaeductus von 3,56 mm nur eine innerste Zone von 0,14 mm ganz frei von Nervenfasern, von dem übrigen Grau fand sich eine Zone von 1,42 mm Breite ärmer an Fasern, der Rest aber von 2 mm Breite ungemein dicht von solchen durchzogen.

Bei Säugern ist der vordere Zweihügel in manchen Beziehungen abweichend gebaut und bemerke ich in dieser Beziehung folgendes:

Ganser (S. 710) unterscheidet bei der Feldmaus am vorderen Vierhügel sechs Schichten: 1. Oberflächliches Grau, 2. oberflächliches Mark, 3. mittleres Grau und 4. mittleres Mark, 5. tiefes Mark und 6. tiefes oder röhrenförmiges Grau. Die Lage 2 geht nach ihm hervor aus dem *Tractus opticus*, die mittlere weisse Lage aus der *Capsula interna*, die tiefe Faserlage endlich hängt mit der hinteren Kommissur zusammen.

Beim Maulwurfe ist die oberflächliche Faserlage ganz atrophisch, jedoch immerhin noch zu zahlreich, als dass sie von den schwachen *Nervi optici* abgeleitet werden könnte; *Ganser* bezieht dieselbe auf den von ihm nachgewiesenen Antheil des Hirnschenkelfusses an der Bildung des Tractus.

Tartuferi's Eintheilung der Schichten des menschlichen vorderen Zweihügels stimmt mit der oben angegebenen theilweise überein. Seine nervösen Lagen sind: 1. die oberflächlichen Fasern oder das *Stratum zonale*; 2. die peripherische graue Lage, *cappa cinerea*; 3. die oberflächliche weissgraue Lage; 4. die tiefe grauweisse Lage.

Die Lagen 3 und 4 entsprechen meinen Lagen 3—5.

Ich selbst habe das vordere Hügelpaar vor allem beim Kaninchen, der Katze und der Maus untersucht. Beim Kaninchen, Fig. 570, sind schon bei geringen Vergrösserungen drei weisse und drei graue Zonen mit Leichtigkeit zu unterscheiden, zu denen dann bei starken Vergrösserungen noch eine oberflächliche weisse Zone von 20 μ sich gesellt, Fig. 570. Diese letztere beginnt an der Furche zwischen dem vorderen Hügel und dem *Corpus geniculatum mediale* und reicht nicht bis zur dorsalen Längsspalte zwischen beiden Hügeln und ist so unentwickelt, dass kaum von einem *Stratum zonale* die Rede sein kann. Sehr mächtig ist dagegen die oberflächliche graue Lage gr^1, die an der dorsalen Mittellinie eine Unterbrechung zeigt und fast rein grau ist, jedoch immerhin eine gewisse Zahl namentlich radiär verlaufender Nervenfasern zeigt. Darauf folgt das *Stratum opticum* w^2, das an derselben Stelle beginnt, wo das *Stratum zonale*, anfänglich aus schief dorsalwärts aufsteigenden Bündeln besteht, die jedoch bald in die sagittale Richtung übergehen und am Frontalschnitte ein mächtiges Lager quer durchschnittener Fasern darstellen, das im Grunde der dorsalen Spalte verdünnt von einer Seite auf die andere übergeht. Die vierte Lage oder die mittlere graue Schicht gr^2 zeigt viel mehr Nervenfasern

Fig. 570.

Fig. 570. Frontalschnitt durch das Mittelhirn eines erwachsenen Kaninchen. II. Nr. 200. 5 : 1. *Weigert. Cgm Corpus geniculatum mediale; Cgr* centrales Grau, mit vielen senkrechten queren und Bogenfasern; *Cm Corpus mammillare* hinterster Theil; *Dv Decussatio tegmenti ventralis; FM Fasciculus Meynert; Lm Lemniscus medialis; Nr Nucleus ruber; Pcm Pedunculus corporis mammillaris; Pp Pes pedunculi; Qa* vorderer Vierhügel; *Sn Substantia nigra; Tptr Tractus peduncularis transversus; a* Aquaeductus; gr^1 gr^2 gr^3 äussere, mittlere und innere graue Zonen; w^1 w^2 w^3 äussere, mittlere und innere weisse Lagen.

als die äussere graue Lage und scheint mir besonders beachtenswerth, dass die radiären Fasern, die die zwei inneren Lagen in reicher Menge durchsetzen, hier ihr Ende erreichen und in Fäserchen übergehen, die in den verschiedensten Richtungen verlaufen. Die dritte weisse Lage w^3 kann als Fortsetzung des *Lemniscus medialis* angesehen werden, obschon sie nicht die einfache Fortsetzung aller Theile desselben ist. Der im *C. quadrigeminum anterius* befindliche Theil dieser Schicht bildet einen Bogenzug kürzerer Bündelchen, die alle schief dorsal- und lateralwärts gerichtet sind und gegen die dorsale Medianfurche zu in senkrecht stehende Fascikel übergehen. Gegen die Haube zu scheint diese Lage wesentlich in den *Lemniscus medialis* überzugehen, z. Th. aber auch mit dem *Corp. geniculatum laterale* sich zu verbinden. Zwischen dieser dritten weissen Zone und der nun folgenden dritten grauen Zone gr^3 besteht für das unbewaffnete Auge wohl eine deutliche Trennungslinie, die jedoch unter dem Mikroskope wegfällt. Unter diesem erkennt man, dass die ganze nachfolgende Lage bis zum centralen Grau aus schief dorso-medianwärts verlaufenden Bündelchen besteht, die gegen die dorsale Medianfurche zu in eine Kommissur sich fortsetzen, die mit zarten Bündelchen hier auch die äusseren zwei Markstreifen durchsetzt. Gegen das centrale Grau liegen die genannten schiefen Fasern dichter und so entsteht der Anschein eines vierten innersten Markstreifens. Die eben geschilderte Lage sammt dem mittleren Markstreifen ist wie beim Menschen von zahlreichen radiären Fasern durchsetzt, die alle in das centrale Grau eindringen. Bezüglich der Herkunft der Fasern dieser dritten grauweissen Lage, so ist sehr deutlich, dass dieselben theils aus dem *C. geniculatum mediale*, theils aus der *Substantia nigra* stammen. Das centrale Grau, dessen Central-

Fig. 571.

Fig. 571. Frontalschnitt durch den vorderen Vierhügel des Kaninchens. II. Nr. 214a. 8 : 1. *Weigert*. *Cgr* centrales Grau mit Bogenfasern und radiären Elementen; *DB* Kreuzung der Bindearme; *Ft* Querschnitte der Haubenbündel des *C. mammillare; Gip Ganglion interpedunculare* mit einem rundlichen dorsalen Abschnitte; *Lm Lemniscus medialis; Nr Nucleus ruber; Pcm Pedunculus corporis mammillaris; Pp Pes pedunculi; Qa* vorderer Vierhügel; *Sn Substantia nigra; III* Oculomotoriuswurzeln und Kern; *a* Aquaeductus; gr^1 gr^2 gr^3 graue Lagen des Vierhügels; w^1 w^2 w^3 weisse Zonen.

kanal, der Aquaeductus, z. Th. in einer grösseren Strecke obliterirt war, enthält eine ungemeine Menge Nervenfasern, die grossentheils dorsoventral verlaufen und mit den senkrecht stehenden Bündeln der zweiten Markschicht zusammenzuhängen scheinen. Ausserdem finden sich quere Elemente in der dorsalen Gegend und radiäre und eine gewisse Anzahl longitudinal verlaufender Fasern.

An Schnitten, die weiter spinalwärts liegen, die das *Ganglion interpedunculare* und den Oculomotorius zeigen (Fig. 571), ist der Bau der vorderen Vierhügel insofern abweichend, als 1. die Opticusschicht fast ganz aus reinen Querschnitten von geringeren Durchmessern besteht, was leicht begreiflich ist, 2. die Lemniscus-Lage und die innere graue Lage bis zum centralen Grau nur aus Bogenfasern gebildet wird, neben welchen nur in den ventralen Theilen des Vierhügels noch schwache Andeutungen der schief dorso-lateralwärts aufsteigenden Fasern der Fig. 570 sich finden. Alle diese Bogenfasern scheinen aus der Gegend des Armes der hinteren Hügel, des *Corpus geniculatum laterale* und der *Substantia nigra* zukommen; 3. finden sich hier viel mehr radiäre Fasern in der dritten Markschicht und in der inneren grauen Lage, die alle in das centrale Grau eindringen. In diesem ist ein besonderer zarter Markstreifen von bogenförmigen Fasern um den weiten Aquaeductus beachtenswerth und ziemlich viele longitudinal verlaufende Fasern.

Fig. 572.

In Beziehung auf die Ausbreitung der Opticusfasern im vorderen Vierhügel des Kaninchens verweise ich auf die weiter unten vorkommende Fig. 616a.

Bei der Katze (Fig. 572) ist der Bau des *Corpus quadrigeminum anticum* im Wesentlichen derselbe wie beim Kaninchen und sind nur folgende Punkte hervorzuheben. Erstens ist das *Stratum zonale* bei diesem Thiere viel dicker, von 35—45 μ im Mittel, und ist äusserlich noch von einer rein grauen Lage von 16 μ Dicke bedeckt.

Dagegen ist zweitens die äussere rein graue Schicht erheblich dünner (Katze 0,14—0,19 mm, Kaninchen 0,57—0,7 mm).

Fig. 572. Querschnitt frontal durch das Mittelhirn einer Katze. Nr. 210. 5 : 1. *Weigert. Brc Brachium conjunctivum; Cgm Corpus geniculatum mediale; Gip Ganglion interpedunculare; Lm Lemniscus medialis; N* ein medialer Kern des *Corpus geniculatum mediale; NIII Nucleus tertii; Nr Nucleus ruber; Pcm Pedunculus corporis mammillaris; Pp Pes pedunculi; Qa* vorderer Vierhügel; *Sn Substantia nigra;* gr^1 gr^2 gr^3 graue Schichten des vorderen Vierhügels; w^1 w^2 w^3 weisse Lagen des vorderen Vierhügels.

6. Die Opticusfaserlage ist dicker bei der Katze (0,58 mm, beim Kaninchen 0,42 mm).

Die zweite graue Lage und die zwei inneren Schichten sind ebenso wie beim Kaninchen gut entwickelt und bestehen die letzteren wesentlich aus Bogenfasern. Beachtung verdient ferner das Vorkommen von zahlreichen zerstreuten grossen multipolaren Zellen in der mittleren grauen Lage; z. Th. auch in der dritten Markschicht, von denen beim Kaninchen nichts wahrgenommen wurde. Radiäre Fasern finden sich auch bei der Katze in den drei innersten Lagen in Menge und gehen dieselben auch in das centrale Grau ein, in dem sonst longitudinale Elemente vorwiegen, die vor allem an der ventralen Seite des Centralkanales sich finden.

Stieda (Wirbelthiere S. 82) und *Forel* (Thal. opt.) sind die ersten, welche auf anatomischem Wege nachgewiesen haben, dass die oberflächliche weisse Substanz des proximalen Vierhügels eine Endfaserung des Opticus darstelle. Später hat *Gudden* durch seine Experimente die Beziehungen der proximalen Vierhügel und seiner Nachbargebilde zum Opticus ebenfalls genau und noch bestimmter nachgewiesen, indem er zeigte (Arch. f. Psych. II, *v. Graefe*'s Archiv f. Ophthalm. XX, 2 und XXI, 3), dass nach Exstirpation des Auges junger Kaninchen der hintere Zweihügel, der Arm desselben und das *Corp. geniculatum mediale* ganz unverändert bleiben, während der vordere Zweihügel, das *Corp. geniculatum laterale* und der distale Theil des Thalamus verkümmern und zwar ist der vordere Vierhügel als das eigentliche primäre Sehcentrum anzusehen. Dieses befindet sich in den oberflächlichen Lagen des Hügels und erzeugt Wegnahme desselben Blindheit der entgegengesetzten Seite und Atrophie der Sehfasern im Opticus, während nach Zerstörung der Netzhaut die obere Schicht des vorderen Hügels atrophirt.

§ 158.

Der vordere Vierhügel. Feinerer Bau. Der feinste Bau der vorderen Zweihügel, wie er mittels der *Golgi*'schen Methode sich nachweisen lässt, ist bis jetzt vorzugsweise bei den Vögeln, Reptilien, Batrachiern und Fischen untersucht worden, dagegen besitzen wir über die Säugethiere und über den Menschen nur wenige Beobachtungen der Art, daher es am zweckmässigsten erscheint, in erster Linie die Befunde an niederen Wirbelthieren zu besprechen. Von diesen sind die einem guten Theile nach den vorderen Zweihügeln entsprechenden *Lobi optici* der Vögel durch die Mittheilungen von *Ramón y Cajal* (Rivista trimestral de Histologia Nr. 3 und 4 1890 und Internat. Monatsschrift Bd. 8, 1891, S. 337, 2 Taf.) und *v. Gehuchten* (La structure des lobes optiques chez l'embryon du poulet in La cellule T. VIII, 1892) am genauesten bekannt und gehen wir daher bei unserer Schilderung von diesen aus. *Ramón* beschreibt an den *Lobi optici* der Vögel 15 Schichten, welche *v. Gehuchten* auf drei reduzirt hat. Ich nehme, gestützt auf *Weigert*'sche Präparate beim Hühnchen sechs Schichten an und zwar:

1. Die oberflächliche Markschicht oder die Lage der Opticusfasern, welche den ganzen *Lobus opticus* mit einer ziemlich mächtigen Lage von dunkelrandigen Fasern überzieht (Schicht 1 von *Ramón*).

2. und 3. Die graue Lage, eine viel mächtigere, an Zellen reiche, an dunkelrandigen Fasern ärmere Schicht, welche in ihrem oberflächlichen Theile 2 die Enden der in der Retina entspringenden Theile des Opticus enthält (Schicht 2—9 von *Ramón*). Die genannte oberflächliche Lage ist meist durch einen

gelblichen Ton von den tieferen Theilen der grauen Lage unterschieden und misst beim Huhne 0,080—0,21 mm.

4. Die gitterförmige, markhaltige Schicht, ebenso mächtig wie die vorige, mit sehr vielen radiär und quer verlaufenden, dunkelrandigen Fasern und grossen Nervenzellen (Schicht 10—13 von *Ramón*).

5. Die innere markhaltige Schicht oder die Lage der cerebralen Sehfasern, ebenso mächtig wie 3, mit sehr vielen platten Bündeln longitudinal verlaufender markhaltiger Fasern (Schicht 13 und 14 von *Ramón*).

Fig. 573.

6. Die Ependymlage und das centrale Grau mit einer nicht unbedeutenden Zahl dunkelrandiger Fasern und den Ependymzellen (Schicht 15 von *Ramón*).

Da *Ramón* nur einen Frontalschnitt (1. Abh. Fig. 4; 2. Abh. Fig. 7) des *Lobus opticus* des Sperlings bei geringer Vergrösserung abgebildet hat, und seine stärkeren Vergrösserungen sich auf Sagittalschnitte beziehen, so bin ich nicht sicher, ob die Zurückführung seiner Schichten auf die meinen ganz richtig ist.

Fig. 573. Frontalschnitt durch einen *Lobus opticus* des Huhnes. Pr. 169. *Weigert.* S. I. Oc. I. K. T. *CB* cerebrale Opticusfasern; *Fld Fasciculus longitudinalis dorsalis; N* innerer Kern; *NIII* Kern des Oculomotorius; *Str Stratum zonale* mit Opticusfasern; *Tro Tractus opticus; III* Oculomotoriuswurzeln; *2* und *3* molekuläre Lage, *2* Lage der Endbüschel des Opticus; *4* gitterförmige, markhaltige Schicht; *5* innere markhaltige Schicht oder Lage der cerebralen Markfasern; *6* Ependymlage und centrales Grau; *7* Ventrikelhöhle.

Die genaueren Verhältnisse dieser Lagen sind nun folgende:

Die Opticusfasern, die der *Tractus opticus* dem Zweihügel der Vögel zuführt, breiten sich im Allgemeinen von der lateralen und ventralen Seite her bogenförmig verlaufend oberflächlich an jedem Hügel aus und bilden eine nach vorn und medianwärts immer dünner werdende Schicht. Von diesen Opticusfasern biegen sich nun im ganzen Verlaufe eine grosse Menge in die Tiefe und enden (Fig. 575) mit zierlichen, reich verzweigten Endbüscheln von wechselnder Form in verschiedenen Höhen aber nahe an der Opticusfaserschicht, so dass im Allgemeinen drei oder vier Zonen mit solchen Endigungen zu unterscheiden sind. Durch diese äusserst wichtige Beobachtung von *Cajal*, die ich mit seinem Bruder *Pedro* und *v. Gehuchten* voll bestätigen kann, wurde zum ersten Male das Ende der Nervenfasern des Opticus nachgewiesen, von denen längst durch *Corti*, *Remak*, *H. Müller* und von *mir* selbst gezeigt worden war, dass dieselben von den multipolaren Zellen der Retina entspringen.

Der Charakter der Endbüschel der Opticusfasern ist insofern ein eigenthümlicher, als dieselben, wie *Cajal* besonders in seiner zweiten Abhandlung (Tafel XXIV, Figur III) vortrefflich dargestellt hat, einmal mit ihren Endigungen ganz dichte Büschel bilden und zweitens meist unter stumpfen Winkeln sich theilen, mit grösseren und kleineren Aestchen vorzugsweise gewunden verlaufen und mit hakenförmig umgebogenen und oft leicht angeschwollenen Enden ausgehen. Ferner unterscheidet *Cajal* mit Recht platte und gestreckte, mehr kugelförmige oder cylindrische Formen dieser Endbüschel. Was die Zahl der Reihen derselben anlangt, so hängt dieselbe mit der Dicke der Lage dieser Büschel zusammen. Wie ich finde, ist dieselbe am geringsten in der ventralen und lateralen Gegend der Zweihügel, da, wo der Opticus zutritt und seine Ausbreitung beginnt, am dicksten an der vorderen und medialen Seite der Hügel. Hier finden sich auch drei und vier Reihen von Endbüscheln, dort nur eine oder zwei.

Fig. 574.

Die zelligen Elemente des Zweihügels der Vögel, die sowohl in der grauen Lage als in der Gitterschicht vorkommen, sind so mannigfacher Art, dass es hier unmöglich ist, auf alle Einzelheiten einzugehen und auf die Spezial-

Fig. 574. Ein Theil der Rindenlage von Fig. 573 stärker vergrössert. Buchstaben wie vorhin.

arbeiten von *Ramón* und *v. Gehuchten* verwiesen werden muss. Im Allgemeinen zerfallen diese Elemente in die bekannten zwei Kategorien:

I. Zellen von *Golgi*'s I. Typus finden sich namentlich in zwei durch ihr Verhalten sehr verschiedenen Arten und unterscheide ich:

A. Zellen, die ihren Neuraxon in die Schicht der cerebralen Opticusfasern hineinsenden (Cellules nerveuses optiques à cylindreaxe central, *v. Gehuchten*). Hierher gehören:

1. Meist spindelförmige Zellen der rein grauen Lage (Schicht 11 von *Cajal*), die ein reich verzweigtes tiefes Dendritenbüschel besitzen und einen

Fig. 575.

einzigen peripher verlaufenden solchen Stamm, der in verschiedenen Höhen zwischen den Endbüscheln des Opticus endet und manchmal zwischen den tiefsten Büscheln eine gedrängte, aber reiche horizontale Verzweigung bildet (Fig. 576). Alle diese Zellen entsenden von dem oberflächlichen Dendritenstamme einen hakenförmig sich umbiegenden Neuraxon, der zahlreiche Collateralen abgebend in die Lage der cerebralen Sehfasern übergeht. Nach *v. Gehuchten*'s und

Fig. 575. Drei Endbüschel von Opticusfasern aus dem *Lobus opticus* eines 18 Tage bebrüteten Hühnchen. Der Axon des einen Endbüschels ist nach der Tiefe gerichtet. Starke Vergr. *Golgi*. Die zwei parallelen Linien bedeuten die Grenzen der Opticusfaserlage.

meinen Erfahrungen liegen diese Zellen beim Hühnchen weiter nach aussen, als *Ramón* schildert, und zwar in den Lagen 6—8 von *Ramón*.

2. Eine zweite Form solcher centraler Sehzellen zeichnet *v. Gehuchten* in seiner Fig. 2. Dieselben, meist von Spindelform, stehen nahe an der Lage der Opticusendbüschel und zeichnen sich durch zahlreiche und reich verzweigte seitliche Ausläufer und spärlichere, nach aussen verlaufende Dendritenäste aus. Die Neuraxonen entspringen von dem tiefen Theile des Zellenkörpers aus, besitzen nach *v. Gehuchten* eine gewisse Zahl Collateralen und werden zu cerebralen Sehfasern. Ich gebe in den Figg. 578 und 579 Abbildungen von zwei Formen solcher Zellen, die beide durch das Vorkommen ungemein zahlreicher und zum Theil reich verästelter Collateralen sich auszeichnen. Die Zelle der Fig. 577 kommt am meisten mit den Zellen der Fig. 2 *v. Gehuchten* überein. Dagegen finde ich für die der Fig. 578 weder bei *Ramón* noch bei *v. Gehuchten* ein Paradigma.

3. In der Tiefe der Gitterschicht, in der gangliösen Zone 13 von *Cajal* und auch weiter nach aussen in der Schicht 10 von *Cajal* (Erste Abhandl., Taf. IX*h*), nach *v. Gehuchten* in allen Ebenen der grauen Lage (Fig. 1*h*) finden sich in bedeutender Menge sehr grosse Zellen von 30—40 μ von

Fig. 576.

Fig. 576. Zelle der Lage 3 des *Lobus opticus* mit einem Neuraxon, der aus dem peripher verlaufenden Dendritenstamme entspringt und sich centralwärts umbiegt. Derselbe besitzt an vier Stellen Collateralen, von denen die mit *c* bezeichnete sich reich verästelt. Bei starker Vergrösserung gezeichnet um 1/4 verkleinert. Die Lage dieser Zelle zur oberen Grenze des *Lobus opticus* ist aus der Fig. 579 zu ersehen.

dreieckiger oder Sternform mit drei oder vier starken varikösen Dendriten, die, stark auseinandertretend, seitlich und nach aussen verlaufend z. Th. die Lage der Opticusendbüschel erreichen und mit einem einfachen vom Zellkörper entspringendenNeuraxon centralwärts verlaufend den cerebralen Sehfasern sich anschliessen.

B. Zellen, die ihren Neuraxon in die Ausbreitung des Opticus und vielleicht centrifugal in die Netzhaut senden (Cellules nerveuses optiques à cylindreaxe périphérique, *v. Gehuchten*). Diese von *Ramón* entdeckten Zellen (579 *d*) finden sich in den äusseren Theilen der grauen Lage, sind spindelförmig und klein mit einem kurzen inneren und einem langen äusseren Protoplasmafortsatze, der namentlich in der tiefsten Gegend der Opticusbüschel oft mehr horizontal ausgebreitete Verzweigungen abgiebt und von diesem Fortsatze einen Neuraxon entsendet, der bis in die

n

Fig. 577.

Fig. 577. Zellen der rein grauen Lage 3 des *Lobus opticus* eines 18 Tage bebrüteten Hühnchens bei S. VII. Oc. III, KT gezeichnet, um 1/3 verkleinert. *Golgi*. In Betreff der Lage dieser Zelle, sowie der der Fig. 578 siehe die Figur 579. *n* Neuraxon vom Zellkörper central abgehend mit einem starken peripheren Aste und sehr zahlreichen Collateralen.

Lage der Opticusfasern sich verfolgen lässt und möglicherweise zu den Fasern sich gestaltet, die nach *Ramón*'s Entdeckung in der Netzhaut frei enden. Das Vorkommen solcher centrifugaler Opticusfasern ergiebt sich übrigens auch mit grosser Wahrscheinlichkeit aus der an *Weigert*'schen Präparaten leicht zu bestätigenden Thatsache, dass aus der Gitterschicht eine ziemliche Zahl markhaltiger Fasern bis zur Lage der Opticusfasern führt (Fig. 574).

Nach *v. Gehuchten* kommen ausser diesen Zellen (s. s. Fig. 11) in der grauen Lage des *Lobus opticus* des Huhnes noch viele andere Zellen mit aufsteigendem Neuraxon vor, der nicht in die Opticusfasern eintritt, sondern entweder zwischen den Endbüscheln des Opticus oder noch weiter einwärts endet (Fig. 10 *a*, *b*, *c*, *d*, *f* und *h*).

C. Erwähnen wollen wir noch Zellen von *Golgi*'s erstem Typus, die, von *Ramón* und *v. Gehuchten* in der grauen Lage be-

Fig. 578.

Fig. 578. Eine Zelle aus den äusseren Lagen von Schicht 3 des *Lobus opticus* eines 18 Tage bebrüteten Hühnchens. Gezeichnet bei derselben Vergrösserung wie 577, aber um $^1/_2$ kleiner ausgeführt. Neuraxon sehr stark verästelt.

schrieben, ihren Nervenfortsatz in horizontaler Richtung entsenden (*v. Gehuchten*, Fig. 10 *K*, *Ramón*, Fig. 4 *K*). Diese Zellen verdienen wohl trotz ihrer Seltenheit in *Golgi*'schen Präparaten eine besondere Beachtung, weil die *Weigert*'sche Methode in der von mir als „gitterförmige“ bezeichneten Lage beim Hühnchen eine sehr grosse Zahl horizontal verlaufender Elemente nachweist, viel mehr als *Ramón* abbildet und *v. Gehuchten* bekannt war.

D. Ausserdem finden sich besonders mitten unter den Endbüscheln des Opticus, als auch z. Th. weiter einwärts kleinere und grössere Zellen, deren genauere Verhältnisse bis jetzt noch nicht zu ermitteln waren (s. *Ramón* und *v. Gehuchten*).

II. Zellen von *Golgi*'s II. Typus kommen besonders in den äusseren Schichten der grauen Lage vor und zeigen ihren Neuraxon bald aufsteigend (*v. Gehuchten*, Fig. 3, 6, 4), bald absteigend (*Ramón*, Taf. IX, Schicht 8, Taf. XXIII, Fig. 2, Schicht 8 *f. g, h, i*, Taf. XXIV, Fig. 4, Schicht 3, Zelle b; *v. Gehuchten* Fig. 9).

Von der Gitterschicht ist mit Beschreibung der grossen multipolaren Zellen ihrer Neuraxonen und der zahlreichen horizontalen Fasern, die schon gegeben wurde, weiter nichts zu sagen, dagegen giebt die Schicht der cerebralen Sehfasern noch zu folgenden Bemerkungen Anlass. Erstens finden sich zwischen diesen Elementen hie und da vereinzelte Zellen des ersten Typus (*Cajal*, Taf. XXIII, Fig. 2). Zweitens hat derselbe Autor an Neuraxonen, die in diese Lage eintraten, gabelförmige Theilungen und auch feine Collateralen (l. c. Fig. 8) wahrgenommen, welche letzteren auch *v. Gehuchten* in seiner Fig. 13 abbildet. Ausserdem haben beide Autoren im *Lobus opticus* Fasern von unbekannter Herkunft gefunden, die aus der Lage der cerebralen Sehfasern heraustretend in grosser Verbreitung verästelt die äusseren Schichten durchzogen, ganz ebenso wie die centripetalen Fasern in der Rinde des grossen Hirnes (*Cajal* Fig. 4, Taf. XXIV; *v. Gehuchten* Fig. 13), Elemente, deren Vorhandensein leicht zu bestätigen ist. *Ramón* hat seinen Untersuchungen über die centralen optischen Bahnen der Vögel dadurch einen bedeutend höheren Werth verliehen, dass er wenigstens an gewissen Schnitten der *Lobi olfactorii* auch das weitere Verhalten der sekundären Sehstrahlung verfolgte. Die von ihm untersuchten Schnitte zeigten vier Ansammlungen von Zellen oder Kerne, die er als unterer äusserer, mittlerer, innerer und als oberer bezeichnet. Das untere äussere Ganglion enthält die grössten multipolaren Zellen des *Lobus opticus*, deren genaueres Verhalten nicht ermittelt werden konnte; dagegen liess sich nachweisen, dass zwischen diesen Zellen Collateralen theils durchtretender cerebraler Sehfasern, theils umgebender solcher endeten. In unteren mittleren Ganglion enden dagegen nach *Ramón* die grössere Zahl der genannten Fasern mit sehr schönen, reichen, varikösen Verzweigungen.

Im unteren inneren Ganglion enden in gleicher Weise ein anderer Theil der cerebralen Sehfasern.

Das obere grosse Ganglion zeigt kleinere sternförmige Zellen, deren Neuraxon in einem Falle im Anschlusse an die umgebenden Fasern beobachtet wurde.

Ein bedeutender Theil der Fasern der cerebralen Sehstrahlung endet übrigens nicht in den genannten Ganglien, vielmehr nehmen dieselben im Innern

Fig. 579. Schema der wesentlichsten Elemente im *Lobus opticus* der Vögel. Alle Bestandtheile nach Originalen eingezeichnet. Neuraxonen roth, Opticusenden blau. *a* Zelle der Fig. 576; *b* Zelle der Fig. 578; *c* dreieckige Zellen der 4. und 5. Lage mit absteigenden Axonen; *cpo* centripetale Retinafasern mit 3 Endbäumchen *e*; *spz* Spindelzellen an der Grenze zwischen den Schichten 2 und 3 der Figg. 573 und 574, davon eine gefärbt.

des Lobus einen mehr horizontalen, nach vorn gerichteten Verlauf an, um unbekannt wo sich zu verlieren.

Als Ganglion der optischen Decke (G. du toit optique) beschreibt *Ramón* ein kleines Ganglion (Fig. 5, Taf. XXIV) am inneren und vorderen Theile des *Lobus opticus*. Das Auffallendste an diesen Zellenhaufen ist, dass er schöne gestreckte Endbüschel des Opticus zeigt, die in ihrem Innern Nervenzellen enthalten, mit anderen Worten solche umgeben, deren Achsencylinder z. Th. in die Tiefe dringen. Neben diesem grauen Kerne finden sich Enden von Opticusfasern bb, die sehr tief bis in die 10. Schicht herabreichen und einige Collateralen abgeben sollen.

In der Fig. 579 finden sich die Hauptthatsachen schematisch zusammengestellt, die mit Bezug auf den *Lobus opticus* der Vögel sich ergeben. Der wesentlichste und physiologisch bedeutungsvollste Punkt ist der, dass die in der Retina entspringenden Fasern des *Tractus opticus*, die wir die centripetalen Opticusfasern nennen wollen, im *Lobus opticus* nicht auf die Körper der Zellen direkt einwirken, welche die Leitung zum Cerebrum vermitteln, mit anderen Worten der centralen optischen Leitung dienen, denn es kommen die Endbäumchen der centripetalen Opticusfasern nirgends in Berührung mit den genannten Zellen. Dagegen senden diese Zellen alle eine grosse Menge von Dendriten mit mehr weniger reichen Verzweigungen in die Schicht der genannten Endbäumchen hinein und kommen so allseitig mit denselben in Kontakt. Somit ergiebt sich auch hier wie beim Geruchsorgane mit Nothwendigkeit der Schluss, dass Enden von Axonen direkt auf Dendriten einwirken und dass diese cellulipetal ihre Zellen beeinflussen.

Ein zweiter wichtiger Punkt ist das Vorkommen von centrifugalen, in den *Tractus opticus* eintretenden Fasern. Sollten dieselben, wie es sehr wahrscheinlich ist, mit den von *Ramón* in der Netzhaut entdeckten freien Endigungen von Opticusfasern zusammenhängen, so läge die von *Ramón* (2. Abh. S. 363) aufgestellte Vermuthung wohl am nächsten, dass dieselben sensible Elemente darstellen, die dem Gehirn über die Intensität des Lichtes Kenntniss geben und dieselbe durch reflektorische Einwirkung auf den *Sphincter pupillae* regeln.

Der feinere Bau der optischen Centren der niederen Wirbelthiere ist an der Hand der *Golgi*'schen Methode bei den Fischen von *Fusari* (Internationale Monatsschrift 1887), *Pedro Ramón* (Inv. s. l. centros opticos de los vertebrados Diss. 1890) und in der letzten Zeit von *L. Neumayer* (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 44, S. 345), bei den Batrachiern von *P. Ramón* (l. c.) und *R. Wlassak* (Arch. f. Phys. 1893), endlich bei den Reptilien von *P. Ramón* (El encephalo de los Reptiles Barcelona 1891) untersucht worden, doch hat sich noch keine Uebereinstimmung der verschiedenen Beobachtungen herausgestellt. Für die Reptilien (Lacerta agilis, Emys europaea) hat *P. Ramón* nachgewiesen, dass die Fasern des Sehnerven vor allem in den äusseren grauen Lagen der *Lobi optici* und ausserdem noch in einem kleinen basalen Ganglion mit freien Endbüscheln enden (l. c. Fig. a u. b) und ferner wahrscheinlich gemacht, dass der Sehnerv auch centrifugale Fasern von cerebralem Ursprunge enthalte. Beim Frosche gelang es *Wlassak* nicht, freie centrale Enden der Opticusfasern zu finden und so werden wohl noch weitere Untersuchungen erforderlich sein, bevor sich wird behaupten lassen, dass die

Opticusfasern bei allen Wirbelthieren sich wesentlich so verhalten wie beim Hühnchen, so sehr wahrscheinlich dies auch ist. Im Uebrigen behauptet *P. Ramón* (l. c. S. 19), dass er freie centrale Enden der Opticusfasern auch bei Fischen und Batrachiern wahrgenommen habe, ebenso *P. Neumayer* für den Hecht, doch sind des letzteren Abbildungen sehr wenig beweisend.

Ueber die Säugethiere besassen wir bisher nur die Beobachtungen von *P. Ramón*, der l. c. Fig. 5 die erste und bisher einzige Abbildung von Enden von Opticusfasern im *Corpus geniculatum externum* der neugeborenen Katze und in der Gaceta sanitaria di Barcelona III 1890, Nr. 1, S. 10 eine kurze Beschreibung der vorderen Zweihügel der Katze und Ratte und des *Corpus geniculatum laterale* gegeben hat. Enden von Sehnervenfasern fanden sich nur am letzteren Orte, an oberflächlich und an tiefer gelegenen Fasern, dagegen liessen sich solche im vorderen Zweihügel nicht mit Sicherheit nachweisen. Am ersteren Orte traf derselbe auch auf central entspringende, in den Opticus eintretende Fasern. Die Unmöglichkeit, Opticusenden im vorderen Zweihügel nachzuweisen, steht in einem sehr auffallenden Gegensatze zu den oben erwähnten Angaben von *Stieda* beim Kaninchen und *v. Forel* bei vielen Säugern mit Ausnahme der Affen und des Menschen, ebenso wie mit den Ergebnissen der Experimente von *Gudden* und lohnt es sich daher wohl der Mühe, dieser Angelegenheit etwas näher zu treten.

Tartuferi, der die *Golgi*'sche Methode auch angewendet hat, meldet gar nichts über die Enden der Opticusfasern und beschränkt sich auf die Darstellung der zelligen Elemente des vorderen Zweihügels (Arch. ital. p. l. mal. nervose 1885 T. I). Endlich ist besonders hervorzuheben, dass *D. S. Ramón* in einer kurzen Anmerkung auf S. 344 seiner zweiten Arbeit angiebt, „dass er sehr ausgebreitete und variköse Verästelungen der optischen Fasern in den *Corpora geniculata* und den vorderen Vierhügeln bei neugeborenen Kätzchen gefunden habe“.

Meine eigenen Untersuchungen an *Golgi*'schen Präparaten ergaben über den feinsten Bau der distalen Vierhügel beim Menschen und bei Säugern folgendes:

Was erstens die Grösse und die Vertheilung der Zellen anlangt, so stimmen meine Erfahrungen im Wesentlichen mit denen von *Tartuferi* überein. In der zweiten, der äusseren grauen Lage finden sich kleinere Zellen von 5—10 bis 15 μ, unter denen die spindelförmigen und dreieckigen vorwiegen, aber auch rundliche und rundlich eckige nicht fehlen. In den inneren Schichten dagegen kommen vorwiegend grosse, multipolare Zellen vor, die, wie *Tartuferi* mit Recht bemerkt, denen der ventralen Hörner des Rückenmarkes gleichen. Bei einem menschlichen Embryo des 6. Monats massen diese Elemente 25—40 μ und besassen zahlreiche lange und reich verzweigte Dendriten, die nach allen Seiten abgingen. Neben diesen grossen Zellen fanden sich übrigens in diesen Lagen auch kleine Elemente bis zu 15 μ herunter, ähnlich denen der zweiten Schicht. Im centralen Grau endlich waren die Zellen meist etwas kleiner als die grossen der inneren Lagen, doch fanden sich hie und da auch solche.

Die nervösen Fortsätze aller dieser Zellen sind bis jetzt nur von *Tartuferi* bei Säugethieren verfolgt worden und kann ich seine Beobachtungen auch für den Menschen bestätigen und nach verschiedenen Seiten erweitern. Erstens

finde ich, dass alle nervösen Fortsätze eine bedeutende Zahl von Collateralen besitzen, die *Tartuferi* nicht erwähnt, und zweitens, dass neben Zellen vom I. Typus auch solche vom II. vorkommen. Ferner ist wohl auch erwähnenswerth, dass alle Bogenfasern der innersten Schicht Collateralen besitzen.

Einzelheiten anlangend, so stellt die Figur 580 ein *Golgi*'sches Präparat des proximalen Vierhügels eines etwa 8 Monate alten menschlichen Embryo dar. In dieser Zeichnung sind 7 Zellen in der Schicht der Bogenfasern dargestellt, deren Neuraxonen in diese Schicht eintraten. Vier von denselben gingen in Bogenfasern über und verliefen mit denselben ventralwärts, bei zwei anderen trat der Neuraxon nach aussen und konnte nicht weiter verfolgt werden, bei einer endlich ging derselbe nach einwärts und hörte ebenfalls bald auf. Bei einem dieser Achsencylinderfortsätze kam eine gabelige Theilung vor, deren Bedeutung nicht klar war, doch schien eine rechte und eine

Fig. 580.

linke Bogenfaser aus demselben hervorzugehen. — Zellen der Lage der Bogenfasern, deren Neuraxon dorsalwärts in der Richtung gegen die Kommissur der beiden Hügel verlief, kamen ebenfalls zur Beobachtung.

Ganz anders verhielten sich eine Zelle der rechten und eine der linken Seite derselben Lage, die ihren Axon in das centrale Grau hineinsandten und an demselben Seitenäste darboten. Einer dieser Fortsätze erreichte nahezu die Ependymschicht. Von den Zellen im centralen Grau kam eine zur Beobachtung, die ihren Neuraxon in die Lage 4 abgab, in welcher derselbe in eine Bogenfaser und in eine nach auswärts gehende Fibrille sich theilte. Ausserdem kamen

Fig. 580. Querschnitt durch den dorsalen Theil des Mittelhirns mit den proximalen Vierhügeln von einem ca. 8 Wochen alten menschlichen Embryo. *Golgi.* 8 : 1. Im centralen Höhlengrau und zwischen den tiefen Bogenfasern viele multipolare Zellen. Die rothen Linien sind theils Achsencylinderfortsätze von Zellen, theils Collateralen von Bogenfasern.

beim Menschen Fasern zur Beobachtung, die aus den Bogenfasern austretend in das centrale Grau verlaufen und in demselben sich theilend oft ebenfalls bis an die Ependymschicht zu verfolgen sind. Solche Fasern sind z. Th. als Collateralen von Bogenfasern, z. Th. als Enden von solchen im Grau, vielleicht auch als Neuraxonen von Zellen des centralen Grau zu betrachten.

Nimmt man zu diesen Thatsachen noch hinzu, dass an *Weigert*'schen Präparaten von Erwachsenen sehr häufig radiäre Fasern der vierten Lage des proximalen Hügels in den inneren Theilen desselben unter starken ventralwärts gerichteten Umbiegungen in Bogenfasern übergehen, so wird sich wohl der Satz rechtfertigen, dass die Zellen der vierten und auch der dritten Lage, sowie die des centralen Grau einem guten Theile nach in Bogenfasern übergehen. In wie weit hierbei Kreuzungen vorkommen, steht vorläufig dahin, doch spricht die eine Beobachtung von einem gabelig getheilten Neuraxon in diesem Sinne.

Andere Zellen der vierten Lage senden ihre Fortsätze in das centrale Grau, doch ist dies schwerlich die einzige Quelle der zahlreichen Fasern desselben und werden wohl auch die Eigenzellen desselben hier herangezogen werden dürfen.

Zellen von *Golgi*'s II. Typus oder Zellen mit Dendropodien, wie ich sie in Zukunft nennen will, kamen mir bisher nur bei der Katze vor, doch waren die betreffenden Elemente, von denen die Fig. 581 eine Vorstellung giebt, nicht derart, dass sich mit Bestimmtheit hätte sagen lassen, ob dieselben nicht vielleicht doch in die Kategorie von Zellen des I. Typus mit reich verzweigten Collateralen gehörten, wie solche im Rückenmark unter den Strangzellen so häufig sich finden.

Fig. 581.

In Betreff der Endigungen der Opticusfasern im *Corpus quadrigeminum anterius* des Menschen, so waren alle meine Bemühungen, bei menschlichen

Fig. 581. Zelle von *Golgi*'s II. Typus aus dem *Corpus quadrigeminum anterius* einer Katze von 10 Tagen. Nr. 20. Pr. 4. Starke Vergr. *Golgi*.

Embryonen solche nachzuweisen, bisher umsonst. Glücklicher war ich bei Säugern und habe ich vor allem bei neugeborenen und ein paar Tage alten Mäusen in dieser Beziehung ganz bestimmte Resultate erhalten. Das *Corpus quadrigeminum anterius* der Maus zeigt an *Weigert's*chen Präparaten folgendes: Ein *Stratum zonale* ist nur am ventralen Theile des Hügels sehr schwach ausgebildet vorhanden. Dagegen ist eine deutliche äussere und mittlere graue Zone da. Zwischen beiden liegt eine gut entwickelte Opticusschicht, die an Frontalschnitten aus quer durchschnittenen Bündeln besteht und ihre grösste Mächtigkeit in der Nähe des dorsalen Einschnittes zwischen beiden Hügeln besitzt und in der Gegend der Furche zwischen dem Vierhügel und Hirnstiel verdünnt nahezu die Oberfläche erreicht. Einwärts von der mittleren grauen Lage, die etwas weniger

Stf

Fig. 582.

mächtig ist, als die äussere ähnliche Schicht, folgt an Frontalschnitten nochmals eine etwas dünnere Lage von querdurchschnittenen Bündeln und darauf eine starke Lage von Bogenfasern von radiären Elementen durchsetzt. Frontalschnitte von *Golgi*-Präparaten nun zeigten in der zweiten Lage die Opticusfasern sehr schön gefärbt und liessen auch an vielen Stellen ihre Endigungen mit Leichtigkeit erkennen. Dieselben zeichnen sich von den weiter unten zu schildernden Endigungen im *Corpus geniculatum laterale* und im Thalamus desselben Geschöpfes sehr wesentlich dadurch aus, dass dieselben im Allgemeinen viel lockerere Endbüschel bilden, die über einen grösseren Raum sich ausbreiten, wie die Vergleichung der Fig. 582 mit einer späteren Figur deutlich lehrt. Dass die dar-

Fig. 582. Opticusenden aus dem vorderen Vierhügel einer Maus von 5 Tagen. *Golgi*. Starke Vergrösserung. *Stf* Stammfaser.

gestellten Enden Opticusfasern angehören, ist ganz sicher, da dieselben von dem dorsalsten Theile der betreffenden Schnitte und aus der Opticusschicht und aus der äusseren grauen Lage stammen und muss dies um so mehr betont werden, als auch in den tieferen Schichten, d. h. der mittleren grauen Lage und der zweiten weissen Zone sowie auch unter den Bogenfasern ähnliche Endbüschel vorkommen, von denen jedoch für einmal nicht behauptet werden kann, dass dieselben Opticusenden darstellen. Ein Theil dieser Endigungen hat bestimmt eine andere Bedeutung, indem dieselben an Fasern vorkommen, die aus den ventralen Gegenden abstammen. Ausserdem fand ich auch in verschiedenen Richtungen verlaufende stärker verästelte Fasern, die an die centripetalen Elemente anderer Gegenden, der Hirnrinde, des *Lobus opticus* der Vögel, des

Stf

Stf

Fig. 583.

Lobus opticus der Säuger z. B. erinnerten. Ueber das Verhalten der Zellen im vorderen Vierhügel der Maus erlauben mir meine Präparate kein vollständiges Bild zu entwerfen, obgleich ziemlich viele derselben gefärbt waren. Doch wird man nicht irre gehen, wenn man, gestützt auf meine Beobachtungen am Menschen annimmt, dass diese Zellen einem guten Theile nach von den Opticusenden beeinflusst werden, und ihrerseits wiederum durch die von ihnen entspringenden Bogenfasern auf die Ursprungskerne der Augenmuskelnerven einwirken, wie ich dies bereits früher auf S. 300 als Vermuthung aussprach, noch bevor mir die Beziehungen der Opticusenden zu den betreffenden Zellen bekannt waren.

Fig. 583. Dasselbe wie Fig. 582.

Ueber die Ganglien im *Lobus opticus* der Vögel vergleiche man noch: *Bellonci* (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 47, 1888), *Singer* und *Münzer* (Wiener Denkschr. Bd. XXV, S. 18), *Perlia* (Arch. f. Ophth. 1889 und Neur. Centralbl. 1891 S. 390) und *Mayser* (Zeitschr. f. Psych. Bd. LI).

§ 159.

Zwischenhirn. Allgemeine Verhältnisse. Der im § 153 gegebenen Aufzählung der das Zwischenhirn zusammensetzenden Theile lasse ich nun eine spezielle Darstellung derselben folgen unter Vorlage einer Reihe von Bildern von Querschnitten des menschlichen Gehirns, die nach *Weigert* gefärbt wurden. Hierauf wird in erster Linie die *Regio hypothalamica* und die *Regio opisthothalamica* genauer beschrieben werden, dann eine Darstellung des feineren Baues des Thalamus selbst folgen und zum Schlusse das Gesammtverhalten des *Nervus* und *Tractus opticus* geschildert werden. Hierbei wird im Wesentlichen von den Verhältnissen des Menschen ausgegangen werden, jedoch eine stete Rücksichtnahme auf die Verhältnisse der Säuger (Kaninchen, Katze, Hund, Maus, Maulwurf) nicht zu vermeiden sein, umsomehr als diese den klassischen Untersuchungen von *Forel* und *Ganser* über das Zwischenhirn zu Grunde liegen.

Die folgenden Querschnitte wurden ungefähr in denselben Ebenen angelegt, wie die von *Forel* und stimmen auch im Wesentlichen mit den Figuren 133, 134 und 135 von *Obersteiner* überein, welche die besten, bisher veröffentlichten Abbildungen der Zwischenhirngegend sind. Von den Schnitten von *Dejerine* lassen sich weder die makroskopischen noch die mikroskopischen mit den meinen in Vergleichung ziehen. Die meinen sind einer Ebene parallel, die, das Gehirn in seiner natürlichen Lage gedacht, vom vorderen Rande der Brücke zu dem Punkt gezogen wäre, in dem in der Hirntafel von *Fr. Arnold* der Fornix an das *Splenium corporis callosi* angrenzt. Leider war das *Tuber cinereum* und das Chiasma an meinem Objekte nicht mehr vorhanden und sind die Schnitte aus diesem Grunde vor den *C. mammillaria* lückenhaft. Doch wurde dieser Mangel durch eine andere Serie ergänzt.

Da in allen diesen Schnitten die Bezeichnung die gleiche ist, so lasse ich hier zunächst ein alphabetisch geordnetes Verzeichniss der bezeichneten Theile und ihrer Zeichen folgen.

Verzeichniss der in den Figuren 584—599 bezeichneten Theile.

A Aquaeductus Sylvii. Al Ansa lenticularis. Am Amygdala s. Nucleus amygdalae. B Corpus callosum. Bo Bulbus olfactorius. Bra Brachium mesencephali anterius. Brc Brachium conjunctivum. Brp Brachium mesencephali posterius. Ca Commissura anterior. CA Cornu Ammonis. Ce Capsula externa. Cf Columna fornicis. Cgl Corpus geniculatum laterale. Cgm Corpus geniculatum mediale. Ch Commissura hypothalamica. Ci Capsula interna. CL Corpus Luysii s. Nucleus hypothalamicus. Cm Corpus mammillare. CM Commissura Meynert. Cp Commissura posterior. Cq Commissura C. quadrigeminorum. DBrc Decussatio brachii conjunctivi. DF Decussatio columnae fornicis. DT Decussationes tegmentorum. DTd Decussatio tegmenti dorsalis s. Meynert. DTv Decussatio tegmenti ventralis s. Forel. F Fornix. Fi Fimbria. Fl Fornix longus. Fld Fasciculus longitudinalis dorsalis. Fm Fasciculus thalamo-mammillaris s. Vicq d'Azyr. FM Fasciculus Meynert s. retroflexus. FrSt Stilus frontalis thalami. Ft Fasciculus tegmento-mammillaris; Haubenbündel des *Corpus mammillare. Gbp Globus pallidus Nuclei lentiformis. Gh Ganglion habenulae.*

Gip Ganglion interpedunculare. Gl Nucleus lateralis corporis mammillaris. Glp Glandula pinealis. Gm Nucleus medialis corporis mammillaris. HH'H'' die von *Forel* so bezeichneten Felder der *Regio hypothalamica. I Insula. Ll Lemniscus lateralis. Lm Lemniscus medialis. Lml Lamina medullaris lateralis thalami. Lmm Lamina medullaris medialis thalami. Na Nucleus arcuatus thalami (Flechsig). Nap Nucleus ansa peduncularis. Nc Nucleus caudatus. Nd Nucleus dorsalis (superior) thalami. Nl Nucleus lateralis thalami. Nln Nucleus lentiformis,* Linsenkern. *Nm Nucleus medius thalami (Centre médian de Luys). Nmed Nucleus medialis thalami. Nr Nucleus ruber. Nt Nucleus taeniaeformis. P Putamen. Pcm Pedunculus corporis mammillaris. Pl Pulvinar. Po Pons. Pp Pes pedunculi. Qa Corpus quadrigeminum anterius. Qp Corpus quadrigeminum posterius. Sn Substantia nigra. Sn¹ Fasciculi intermedii Substantiæ nigræ. Sp Septum pellucidum. Spp Substantia perforata postica. Strm Stria medullaris thalami s. Taenia thalami. Strt Stria terminalis s. Taenia semicircularis. Strz Stratum zonale thalami. Tc Tuber cinereum. Th Thalamus. Tro Tractus opticus. Trol Tractus olfactorius. Troll Tractus olfactorius lateralis. Trptr Tractus peduncularis transversus. USt Stilus ventralis thalami. Vms Velum medullare superius. V.III, IV Ventriculus tertius, quartus. Zi Zona incerta, Forel. III Oculomotorius.*

Die Hirnstiele (*Pp*) finden sich in den hinteren Schnitten an ihrer Austrittsstelle aus der Brücke mit den vordersten Theilen dieser getroffen und ist in grösserer oder geringerer Ausdehnung die mediale Fläche derselben sowie die *Substantia perforata posterior* (*Spp*) zu sehen. Lateralwärts ist die Verbindung des *Pes pedunculi* mit der *Capsula interna* (*Ci*) noch durch das *Corpus geniculatum laterale* (*Cgl*) und den *Tractus opticus*(*To*)unterbrochen, aber schon in der Fig. 585 und besonders Fig. 586 stellt sich die Vereinigung beider genannter Theile her. Weiter nach vorne geht der Hirnstiel immer mehr lateralwärts in die innere Kapsel auf (Fig. 587, 588, 589) und in den Figg. 590, 591 ist derselbe so verkleinert, dass er nur noch als ein Anhang des *Globus pallidus* des Linsen-

Fig. 584.

Fig. 585.

Fig. 584. Frontalschnitt durch den vordersten Theil der Brücke und die Thalami des Menschen. 1 : 1. Nr. 11b. Buchstaben wie in dem am Anfang dieses § stehenden Verzeichnisse. Rother Kern voll entwickelt. *Centre médian* von *Luys. Nm* hinteres Ende dieses *Nucleus medius.*

Fig. 585. Eben solcher Schnitt wie in Fig. 584. 1 : 1. Nr. 22a.

kernes erscheint. Eigenthümliche Bildungen sind Faserbündel, die den Hirnstiel senkrecht oder schief durchziehen, deren Auftreten mit dem Erscheinen des *Corpus Luysii* (*CL*) zusammenhängt. Anfangs nur im lateralen Theile desselben vorkommend (Fig. 586) gehen dieselben nach und nach mit dem Grösserwerden des genannten Körpers auch auf die mediale Hälfte des Fusses über (Figg. 588, 589). Jenseits des *Corpus Luysii* wird auch der medialste Theil des Hirnschenkelfusses von solchen senkrechten Bündeln durchzogen (Figg. 590, 591), die dann in die Linsenkernschlinge *(Al)* übergehen (Fig. 592).

Fig. 586.

Vom *Tractus peduncularis transversus* wird später bei der speziellen Beschreibung des Opticus die Rede sein.

Die *Substantia nigra* (*Sn*) ist an der dorsalen Seite des Hirnstieles in allen Gegenden gut entwickelt, in denen das *Corpus Luysii* noch nicht da ist und bildet in den Figg. 584 und 585 die grosse helle Stelle, die in der ganzen Breite des Hirnstieles sich erstreckt. Dieselbe zeigt an ihrem lateralen Rande ein Bündel von Querschnitten, die schon früher S. 224 erwähnt und in Fig. 460 unter *Sn'* als *Fasciculi longitudinalis intermedii* erwähnt wurden (Fig. 585 *sn'*). Da wo die *Substantia nigra* an den rothen Kern angrenzt, finden sich in den Figg. 584 und 585 die Querschnitte der Wurzeln des Oculomotorius (*III*).

Fig. 587.

Fig. 586. Frontalschnitt des Zwischenhirns des Menschen. 1 : 1. Nr. 33. *a* Rother Kern kleiner. Erstes Erscheinen des *Nucleus hypothalamicus (Corp. Luysii)*; nahezu tiefster Stand der *Fasciculi retroflexi F. M.*; Bogenkern *Na* im Sehhügel.

Fig. 587. Frontalschnitt des Zwischenhirns des Menschen. 1 : 1. Nr. 41a. Linsenkern dreigliederig, grosser Rother Kern kleine Ausstrahlung desselben. Feld *H* von *Forel* noch einfach.

Sobald das *Corpus Luysii* auftritt, schwindet die *Substantia nigra* nach und nach, indem die pigmentirten Zellen derselben immer mehr auf die mediale Seite sich zurückziehen. Immerhin findet man solche Elemente noch bei ganz gut entwickeltem *Corpus Luysii*, wie in den Figg. 587 und 588 in dem Reste des hellen Feldes an der medialen dorsalen Seite des *Pes pedunculi* in geringer Zahl.

Der *Nucleus hypothalamicus* s. *Corpus Luysii* (*CL*) findet sich in den

Fig. 588.

Fig. 588. Frontalschnitt des Zwischenhirns des Menschen. 1:1. Nr. 50a. *Nucleus hypothalamicus* gross, *Fasciculus thalamo-mammillaris (F. Vicq d'Azyr)* mit tiefem Stand, *Corpora mammillaria, H'* und *H''* von *Forel, Nucleus ruber* geschwunden.

Fig. 589.

Fig. 589. Frontalschnitt des Zwischenhirns des Menschen. 1:1. Nr. 61b. Der Hirnstiel geht allmählich in die *Capsula interna* auf. Der *Nucleus hypothalamicus* ist geschwunden; der *Fasciculus Vicq d'Azyr* steht höher. Im *Corpus mammillare* besteht die dorsale Rindenschicht grösstentheils aus dem Haubenbündel, der kleine Querschnitt im Innern ist das Säulchen des Gewölbes.

Fig. 590.

Fig. 590. Frontalschnitt des Zwischenhirns des Menschen. 1 : 1. Nr. 72b. Dorsaler Kern des Thalamus gross. *Fasc. Vicq d'Azyr* auf einer Seite doppelt. Feld *H'* nur noch angedeutet. *Columnae fornicis* steigen dorsalwärts. *Pes pedunculi* verkleinert sich durch Eintritt in die innere Kapsel.

Figg. 586, 587, 588, 589 in verschiedenen Graden der Entwickelung. Derselbe tritt als ganz kleines plattes Körperchen da auf, wo der Hirnschenkelfuss mit der *Capsula interna* dorsalwärts eine kleine Vertiefung bildet (Fig. 586, 587), rückt dann aber allmählich am Hirnschenkel medianwärts vor und nimmt zuletzt die ganze dorsale Seite des Hirnschenkels ein, indem derselbe zugleich zu einem dickeren elliptischen Gebilde sich gestaltet. Weiter nach vorn nimmt der *Nucleus hypothalamicus* wieder an Breite ab und besitzt am Ende wieder dieselbe Lagerung wie am Anfange. Bei voller Entwickelung wird der *Nucleus hypothalamicus* an beiden Flächen von einer deutlichen weissen Markkapsel umgeben, die leicht nachweisbar von Faserbündeln gebildet wird, die an seiner lateralen Ecke und an seiner ventralen Fläche aus dem Hirnschenkel an denselben herantreten, so dass die laterale Kante ganz geschlossen erscheint. Auf der entgegengesetzten Seite klaffen die beiden Markblätter weit auseinander und entwickelt sich hier eine Lage von querverlaufenden Fasern, die in gewissen Gegenden mit den entsprechenden Fasern der anderen Seite eine deutliche Kommissur bilden, die *Decussatio subthalamica posterior* von *Ganser* (Fig. 588 *CL*).

Fig. 591.

Fig. 592.

Der rothe Kern (*Nr*) ist in den Figg. 584, 585 noch in guter Entwickelung vorhanden, verschwindet dann aber nach vorne von der Fig. 588 an und wird durch einen Faserzug ersetzt, der von *Forel* die Bezeichnung *H* oder *BATH* erhalten hat. Dieser Zug ist schon lange vor dem Schwinden des *Nucleus ruber* in Gestalt eines starken Bündels sichtbar (Figg. 585, 586, 587), das aus dem

Fig. 591. Frontalschnitt des Zwischenhirns des Menschen. 1:1. Nr. 77b. *Fasc. Vicq d'Azyr* auf einer Seite in Verbindung mit dem *Nucleus dorsalis*. Im Thalamus viele Querschnitte vom frontalen Stiele herrührend. *Globus pallidus* mit drei deutlichen Gliedern.

Fig. 592. Frontalschnitt durch die Sehhügel und Annexa des Menschen. 1:1. Nr. 85b.

Fig. 593.

Fig. 594.

Fig. 593. Derselbe Schnitt wie Fig. 588. 3 : 1. *Ch* Kommissur der *Nuclei hypothalamici*, *dm* dorsales Mark derselben. Beziehungen des Feldes H^2 zum *Nucl. hypothalamicus*, zum Hirnstiele und zum *Globus pallidus I* des Linsenkernes.

Fig. 594. Frontalschnitt des Zwischenhirns des Menschen. 2 : 1. Nr. 56a. *Corpus Luysii* und *Corpora mammillaria* gut entwickelt. *Globus pallidus* mit 3 Gliedern *I, II, III.* Ausstrahlung der vorderen Kommissur in den Unterlappen. *Fasc. Vicq d'Azyr* noch bis zum *Corpus mammillare* gehend.

lateralen Theile des rothen Kernes austritt und scheinbar in die *Lamina medullaris lateralis* (*Lml*, Fig. 585) des Thalamus sich fortsetzt. Weiter nach vorne spaltet sich dieser Faserzug in zwei Schenkel H^1 und H^2 von *Forel*, von denen der ventrale H^2, den ich Haubenbündel des Linsenkernes nenne (Figg. 588, 594), das *Corpus Luysii* und den Hirnstiel durchsetzt und im Linsenkerne sich verliert, während der andere H^1 oder das Haubenbündel des Thalamus in der *Lamina medullaris lateralis* des Thalamus und im lateralen Kerne desselben verschwindet (Fig. 594).

Fig. 595.

Mit diesen zwei Bündeln, die man mit dem Gesammtnamen Haubenbündel des rothen Kernes bezeichnen kann, verläuft an deren lateralen Seite noch ein wichtiger Faserzug, der nur in der Fig. 610 erkennbar ist, die Ausstrahlung der medialen oder oberen Schleife, deren weiterer Verlauf später besprochen werden soll.

Dicht an den rothen Kern geschmiegt finden sich in den Schnitten Figg. 585, 586 das *Meynert*'sche Bündel oder der *Fasciculus retroflexus* (*FM*). In der Fig. 586 hat derselbe nahezu seinen tiefsten Stand. Während derselbe bei Thieren in ein grosses Ganglion (*Ganglion interpedunculare, Gudden*) ausläuft, verliert sich dieser Strang beim Menschen unmerklich in der *Substantia perforata postica* z. Th. mit Andeutung einer Kreuzung. Dorsalwärts begiebt sich das *Meynert*'sche Bündel, nachdem es an die

Fig. 596.

Fig. 595. *Regio hypothalamica* des Zwischenhirns des Menschen. 4 : 1. Nr. 65b. Zur Darstellung der *Corpora mammillaria*, an denen sichtbar sind: *Cf* das Säulchen des Fornix; *Ft* der Anfang des Haubenbündels; *G.lat* das *Ganglion laterale*; *Gm* das *Ganglion mediale*. Ausserdem ist ventro-lateral bei *Nacc* ein accessorischer Kern von runder Form umgeben von zerstreuten Zellen sichtbar.

Fig. 596. Frontalschnitt durch den Sehhügel des Menschen. 1 : 1. Nr. 94b.

dorsale Seite des rothen Kernes gelangt ist (Fig. 585) zum *Ganglion habenulae* (*Gh*) und endet in diesem, indem es von den Zellen desselben entspringt (siehe die späteren Figuren im § 164).

Das *Corpus mammillare*, die Bündel von *Vicq d'Azyr*, die wir *Fasciculi thalamo-mammillares* heissen, und die *Columnae fornicis* sind die einen oder die anderen in den Figg. 588—597 zu sehen. Die *Corpora mammillaria* (*Cm*) erscheinen im Bereiche der vorderen Hälfte des *Corpus Luysii* und erstrecken sich über mehr als 40 Schnitte von 0,01 mm Dicke. Sehr deutlich ist die Hauptmasse derselben, die aus zwei Kernen besteht, doch wird bei stärkerer Vergrösserung auch der laterale Kern deutlich, der eine im Querschnitte dreieckige Masse von Nervenzellen bildet, die lateral von den Hauptkernen zwischen ihnen und dem *Pes pedunculi* ihre Lage hat (Fig. 595 *Gl*). Bevor der *Fasciculus thalamo-mammillaris* (*Fm*) die *Corpora mammillaria* erreicht hat, findet sich die *Commissura hypothalamica* sehr deutlich an ihrer dorsalen Seite. Nachdem aber das genannte Bündel in die dorsale mediale Seite der *C. mammillaria* eingetreten ist (Fig. 594), zeigen sich zwar ventralwärts von der Zone H^2 von *Forel*, d. h. zwischen dem *Corp. Luysii*, dem *Pes pedunculi* und dem *Fasciculus thalamo-mammillaris*, welche Gegend *Forel* als *Zona incerta* (*Zi*) bezeichnet, noch quere Fasern, wie früher, doch bilden dieselben keine zusammenhängende Lage mehr, sondern treten zum Theil dorsalwärts von den *Columnae fornicis* (*Cf*) in das Rindenmark des *Corpus mammillare* ein und verlieren sich da.

Fig. 597.

Die *Columnae fornicis* (*Cf*) bilden in den vordersten Theilen des *Corpus mammillare* einen starken, immer mehr an die dorsolaterale Seite desselben rückenden, kompakten Querschnitt, verkleinern sich dagegen um so länger und um so mehr nach hinten zu, indem sie in ihre Elemente auseinandertreten. Wesentlich ebenso verhalten sich die *Fasciculi thalamo-mammillares*, die in die medialen Theile der *Corpora mammillaria* eintreten in einer Gegend, wo noch die *Corpora Luysii* da sind (Fig. 594) und weiter nach vorn ihre Verbindung mit den Markhügelchen ebenfalls lösen. Hierauf steigen diese Bündel im Thalamus gegen den *Nucleus dorsalis* dorsalwärts in die Höhe

Fig. 597. Frontalschnitt durch das Stirnhirn in der Gegend der *Commissura anterior*. 1:1. Nr. 105a. Linsenkern nur aus zwei Gliedern bestehend. *Nucleus taeniaeformis Nt* mit Putamen verschmelzend.

(Figg. 589, 590, 591), wobei an dem mir vorliegenden Präparate das eine Bündel gabelförmig sich spaltete, was *Brissaud* als normal darstellt.

Vor dem *Corpus mammillare* werden die *Columnae fornicis* (*Cf*) als starker ovaler Querschnitt deutlich (Figg. 590, 591, 592, 596) und steigen im Grau des dritten (III.) Ventrikels immer mehr nach der Dorsalseite empor, nehmen bald eine ganz oberflächliche Lage ein (Fig. 596) und finden sich am Ende ganz frei hinter der vorderen Kommissur (Fig. 597), von wo aus sie dann in den Körper des Fornix sich umbiegen.

Der Sehhügel, *Thalamus opticus*, ist auf allen Querschnitten zu sehen und sind seine einzelnen Bestandtheile überall deutlich zu erkennen. Die drei typischen Kerne, der dorsale, der mediale und der laterale sind in den Schnitten 586—589 mehr weniger deutlich zu sehen, dagegen schwindet nach vorne zu die Grenzlinie oder das Grenzblatt, die *Lamina medullaris medialis* zwischen dem lateralen und medialen Kerne (Figg. 590, 591) und ebenso nach dem Pulvinar zu, während der *Nucleus dorsalis* vorn am stärksten ist und nach hinten zu allmählich schwindet. Ein besonderer Kern (*Cm*), der mittlere Kern (Centre médian de Luys) ist nur in den mittleren und hinteren Gegenden des Thalamus sichtbar (Figg. 585, 586), während der Bogenkern von *Flechsig* (*Na*), den ich *Nucleus arcuatus* heisse, in den Figg. 585, 586, 587 sich vorfindet.

Fig. 598.

Ausser diesen Kernen und den sie trennenden Lamellen sind noch zu beachten: 1. Die *Lamina medullaris lateralis* (*Lml*), eine breite Zone von Fasern, welche von der *Capsula interna* (*Ci*) aus in die gesammte laterale und z. Th. auch in die ventrale Seite des Thalamus einstrahlt, deren lateraler Theil auch die Gitterschicht genannt wurde, wegen der vielfachen Durchkreuzungen der in ihr vorkommenden Fasern. Die Gesammtheit der Fasern, die von dieser Lamelle aus in den Sehhügel einstrahlen, heisst auch der laterale Theil des Stabkranzes des Thalamus. 2. Der ventrale Stiel des Thalamus (*USt*, Figg. 592, 596), der die Stabkranzfasern enthält, die aus dem Occipital- und Unterlappen in den Sehhügel eintreten. 3. Der frontale Stiel des Thalamus (Figg. 592, 596), der den Stabkranz

Fig. 598. Querschnitt durch die *Regio hypothalamica* des Menschen. 3 : 1. Nr. 72b. *Weigert*. *Nap* Kern der *Ansa peduncularis* von *Meynert*; *x* von *Forel* beschriebener Fortsatz des Feldes H^2.

aus dem Stirnlappen durch den vorderen Schenkel der *Capsula interna* in den *Thalamus* führt. 4. Das *Stratum zonale* (*Strz*), das in nahezu allen Figuren an der dorsalen Fläche des *Thalamus* sichtbar ist, und mit der *Stria medullaris* (*Strm*) oder der *Taenia thalami* an der dorsalen Kante des Sehhügels endet. 5. Die *Commissura media*, die die medialen Flächen beider *Thalami* verbindet, war an meinem Präparate nicht da.

Vom Opticus ist an den vorliegenden Figuren meist nur ein kleiner Theil des *Tractus* zu sehen und giebt nur die Fig. 610 vom Embryo ein Gesammtbild desselben, von der Kreuzung an, an welchem Beziehungen desselben zum *Pes pedunculi* und zum *Corpus geniculatum laterale* zu erkennen sind. Ferner zeigt diese Figur auch die *Meynert*'sche Kommissur an der dor-

Fig. 599.

salen Seite der Kreuzungsstelle. Die Verbindungen des *Tractus* mit dem *Corpus Luysii* sind in späteren Figuren bei stärkerer Vergrösserung wiedergegeben. Dasselbe gilt von den Beziehungen des *Opticus* zum *Tuber cinereum* und zum *Ganglion opticum basale*.

Der Linsenkern (*Nl*) ist in fast allen Bildern dieser Serie dargestellt, doch wird auf denselben erst in einem späteren § speziell Rücksicht genommen werden können. Dasselbe gilt vom *Nucleus caudatus* (*Nc*), der *Stria terminalis* (*Strt*), der Vormauer (*Nt*), der *Capsula externa* (*Ce*) und der *Amygdala* (*Am*), der *Commissura anterior* (*Ca*) und dem *Tractus olfactorius* (*Tro*).

Fig. 599. Die *Regio hypothalamica* der Fig. 592. 3 : 1 vergrössert. *Nap* wie in Fig. 598, *Pp* nahezu letzter Rest des Hirnstieles.

Spezielle Beschreibung der Regio opisthothalamica und der Regio hypothalamica.

A. Das dorsale Längsbündel (das hintere Längsbündel von *Meynert*, der *Fasciculus longitudinalis medialis* des *Nomenclator anatomicus*) und die hintere Kommissur.

§ 160.

Wenn ich auf das dorsale Längsbündel, das in früheren §§ schon mehrmals erwähnt wurde (S. 217, 223, 299, 311) zurückkomme, so veranlassen mich hiezu neue, in die letzte Zeit fallende Untersuchungen von *Held* und namentlich von *v. Gehuchten*, welche unsere Auffassungen über diesen Faserstrang wesentlich zu ändern geeignet sind. In erster Linie sollen nun die verschiedenen über den Ursprung, den Verlauf und die Bedeutung des dorsalen Längsbündels aufgestellten Ansichten geschildert werden, hierauf die neuen Darstellungen von *v. Gehuchten* und *Held*, an welche dann meine Kritik sich anschliessen wird.

Das dorsale Längsbündel hat schon viele Untersucher beschäftigt. *Meynert* lässt das dorsale Längsbündel nach zwei Richtungen ausstrahlen, 1. zum grauen Boden der Trichterregion und 2. unter dem Linsenkern vorbei zur Grosshirnrinde. *Forel* konnte eine solche Ausstrahlung nicht finden und vermochte das Bündel nicht über die *Commissura posterior* hinaus zu verfolgen, ohne im Stande zu sein, seine genaueren Ursprungs- oder Endigungsverhältnisse zu verfolgen (Haubenregion S. 25 ff.). Beachtung verdient nach *Forel*, dass beim Maulwurfe, der keinen *Oculomotorius* und *Trochlearis* besitzt, das dorsale Längsbündel — entgegen den Angaben von *Gudden* — viel weniger entwickelt ist, als beim Kaninchen und linienförmig der Raphe parallel gestellt erscheint. *Flechsig* fand, dass das dorsale Längsbündel sehr früh beim 30 cm langen Embryo markweiss wird, zugleich mit dem Vorderstrange im Halsmarke und dass dasselbe nur bis zur hinteren Kommissur verfolgt werden könne, was ich in diesem Werke (S. 303) bestätigte. Sehr früh bildete sich die Ansicht aus, dass das dorsale Längsbündel mit den Augenmuskelnerven in Beziehung stehe. Die Ansichten von *Duval* und *Laborde* sind schon auf S. 292 und 302 erwähnt. *Darkschewitsch* lässt das dorsale Längsbündel in dem von ihm entdeckten Kerne, dem von mir sogenannten Kerne der hinteren Kommissur, im Kerne des *Oculomotorius* und in der hinteren Kommissur entspringen. *Jakowenko* hat in einem Falle von multiplen Erweichungen im Vorderhirne und Hirnstamme eine Entartung der Fasern des dorsalen Längsbündels gefunden und schliesst aus seinen Beobachtungen, 1. dass die Fasern des dorsalen Längsbündels, die in den ventralen Theil der *Commissura posterior* eindringen, keine Fortsetzungen der tieferen Fasern des betreffenden Bündels sind; 2. dass das dorsale Längsbündel eine Menge kurzer Fasern führe, und 3. dass dasselbe auch lange Fasern enthalte, die aufsteigend entarten (Neurol. Centr.-Bl. 1888, S. 566). Wichtig ist in dieser Frage auch eine kurze Abhandlung von *Fr. Schnopfhagen* (Beiträge zur Anatomie des Sehhügels in Wien. Sitzber. 1877, S. 315 2 Taf.). Nach *Schnopfhagen* ist das Feld H^2 von *Forel* eine Fortsetzung

des hinteren Längsbündels, welches über das konvexe vordere Ende des rothen Kernes flächenhaft ausgebreitet bis zum Hirnschenkelfusse resp. der *Capsula interna* herabsteigt. Besonders hervorzuheben sind die medialen Fasern des dorsalen Längsbündels, weil sie eine bisher unbeschriebene Kreuzung bilden, die zwischen den *Corpora mammillaria* und dem centralen Grau ihre Lage hat.

Bemerkenswerthe, vergleichend-anatomische Thatsachen theilten ferner mit *Fritsch*, *Mayser*, *Köppen*, *Edinger* und *Held*.

Fritsch sagt auf S. 68 seiner Untersuchungen über den feineren Bau des Fischgehirnes 1878: „Das Längsbündel verschwindet erst sehr weit vorn in einer grossen Gruppe rundlicher, regelmässig gebauter Ganglienzellen durch ihre Lage an den Seiten des dritten Ventrikels als Zwischenhirnganglion charakterisirt.“ Dass die Fasern des Längsbündels hier entspringen, ist nach *Fritsch*'s Darstellung wohl anzunehmen, doch wird dies nirgends besonders hervorgehoben. Nach *Mayser* (vergl. anat. Studien über das Gehirn der Knochenfische in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 36, 1882, S. 259—364) ist das dorsale Längsbündel die Fortsetzung des Vorderstranges des Markes und lässt sich bis oberhalb des Kernes des *Oculomotorius* verfolgen. Das Bündel nimmt in seinem Verlaufe bald ab, bald zu und erreicht seine bedeutendste Stärke im Ursprungsgebiete des *Acusticus* und motorischen *Quintus* und ist in der Höhe des *Trochlearis*, noch mehr vor seinem Ende jenseits des *Oculomotorius* trotz eines Zuschusses aus der *Med. oblongata*, kleiner als beim Eintritte in die letztere. Hieraus folgt, dass das Plus von Fasern, das in seiner Bahn zwischen Mark und centralem Ende verläuft, entweder unterwegs enden oder auf anderem Wege vordringen muss. Grosse Beachtung verdient, dass nach *Mayser* die *Mauthner*'schen Fasern, deren Verhältnisse auf S. 169 ausführlich besprochen wurden, Theile des dorsalen Längsbündels bilden. Ferner die weitere Bemerkung, dass eine grosse Zahl gerade der dicksten Fasern aus dem dorsalen Längsbündel in den Oculomotoriuskern eintreten. In ihrer ganzen Dicke, doch ohne deutliche Markscheiden wenden sich dieselben zu Zellen des Kernes und zerfahren unmittelbar vor ihnen in eine Anzahl Aeste, die den Zellenleib rings umklammern, ähnlich wie man einen Apfel mit der Hand umspannt (Fig. 17). Ueber die Endigungen des dorsalen Längsbündels meldet *Mayser* 1. dass ein Theil seiner Fasern von grossen Zellen entspringe, die im Mittelhirne hinter dem *Meynert*'schen Bündel zwischen der hinteren Kommissur und dem Oculomotoriuskerne ihre Lage haben und gelang es ihm selbst den Uebergang von Achsencylinderfortsätzen in Nervenfasern bestimmt nachzuweisen. 2. Ein anderer Theil der Fasern des dorsalen Längsbündels kreuzt sich in der Raphe und gelangt zu dem *Nucleus lentiformis* von *Fritsch* im vorderen Ende des *Lobus opticus*. Endlich sollen 3. einige Fasern in besonderen Zellen des Mittelhirnes enden, während andere im Zwischenhirne im *Lobus opticus* sich verlieren.

Köppen fand bei der Eidechse das dorsale Längsbündel sehr entwickelt und ist dasselbe in der ganzen Länge des Markes zwischen dem Centralkanale und der ventralen Kommissur vorhanden. Im Gehirne liegt das Bündel in unmittelbarer Nähe der Kerne des VI., IV. und III. Nerven. Vorher giebt dasselbe ein Bündel an den Kern des *Acusticus* und in das kleine Gehirn ab und endet oberhalb des Kernes des III. Nerven in der hinteren Kommissur (Verh. d. deutsch. Naturf. zu Heidelberg 1889 und Neurol. Centr.-Bl. 1889, S. 552).

Zu diesen Angaben von *Köppen* bemerkt *Edinger*, dass er dieselben für die Schildkröte und Blindschleiche bestätigen könne, doch habe er nicht so viele Verbindungen zu beobachten vermocht; das halte er für sicher: 1. dass die seitlichen Fasern des dorsalen Längsbündels aus der hinteren Kommissur abstammen, und 2. dass dasselbe Fasern aus dem Kerne des *Trochlearis* erhalte. *Edinger* verlegt bei den Selachiern den Ursprung des dorsalen Längsbündels in den dorsalen Theil der Infundibulargegend. Dann wende sich das Bündel dorsalwärts, verlaufe nahe am Epithel des *Aquaeductus* caudalwärts und lasse sich bis in die Vorderstränge des Rückenmarkes verfolgen, nachdem dasselbe wahrscheinlich einen Zuwachs aus dem dritten Kerne erhalten habe. Beim Frosche entspringt das dorsale Längsbündel nahe am Vorderhirne aus dem Zwischenhirne, doch erhält dasselbe nach *Edinger* die Mehrzahl seiner Fasern in der Gegend der Wurzeln des *Oculomotorius*. Beim Triton und dem Salamander ist nach demselben Beobachter die Abstammung eines hier nicht unbeträchtlichen Faserzuges aus dem centralen Grau dorsokaudal vom *Infundibulum* sehr deutlich (das Zwischenhirn der Selachier und Amphibien in Abh. d. Senckenb. Ges. 1892, S. 30, 43, 48).

In seinen Vorlesungen 4. Aufl. 1893 lässt *Edinger* beim menschlichen Fötus von 28 Wochen in der Fig. 84 das dorsale Längsbündel im Kerne des *Oculomotorius* enden. Im Texte jedoch heisst es, dass das dorsale Längsbündel mit seinen vordersten Fasern viel weiter nach vorn gehe und wird unter dem Namen „oberer Kern des dorsalen Längsbündels“ eine graue Masse beschrieben, die im centralen Grau etwas vor dem Ende des *Aquaeductus* ihre Lage habe und bei allen Thieren sich vorfinde. Im Vorbeiziehen am III. Kerne nehme das Bündel eine Menge Fasern aus demselben auf. Diese letzteren Elemente bezeichnet *Edinger* als Endigungen, die aus dem obengenannten Kerne als Ursprünge hervorgehen. Im Jahre 1891 beschreibt *Honegger* sehr ausführlich den *Fasciculus longitudinalis posterior* (der Fornix S. 375—394). Da derselbe jedoch im Verlaufe seiner Schilderung das dorsale Längsbündel mit allen sagittal verlaufenden Faserzügen der *Formatio reticularis* zusammen als hintere Längsbündelformation bespricht, ohne genaue Scheidungen vorzunehmen, so sind seine Darstellungen für die Kenntniss des dorsalen Längsbündels nicht zu verwerthen, umsomehr als alle brauchbaren Abbildungen fehlen und auch den grauen Kernen keine Rücksicht gewidmet wurde.

Im Jahre 1891 erwähnte *ich* zuerst Collateralen am dorsalen Längsbündel (Anat. Anz. Bd. VI, S. 430), welche bald darauf *Held* (*His'* Arch. 1892, S. 38) und *v. Gehuchten* (La Cellule T. VIII 1892, S. 429) bestätigten. In der ersten Hälfte dieses Bandes beschrieb ich dann auch den sog. oberen Oculomotoriuskern von *Darkschewitsch*, wies nach, dass derselbe nicht zum *Oculomotorius* gehöre, sondern zur hinteren Kommissur und nannte ihn deshalb tiefen Kern der hinteren Kommissur. In demselben liess ich die letzten Fasern des dorsalen Längsbündels enden und stellte zugleich den Satz auf, dass das dorsale Längsbündel, das leicht nachweisbar und allgemein anerkannt aus dem Vorderstranggrundbündel seinen Ursprung nehme, eine gekreuzte sensible Leitung zweiter Ordnung darstelle, weil die Fasern des genannten Vorderstranggrundbündels aus Strangzellen des Markes sich aufbauen, deren nervöse Fortsätze in der vorderen Kommissur sich kreuzen.

Eine ganz andere Auffassung vertritt *Held* (Arch. v. *His* 1892, S. 262). Nach ihm gelangt ein Theil des dorsalen Längsbündels in den ventralen Theil der hinteren Kommissur, indem derselbe theils medial vom ventralen Kerne der hinteren Kommissur, theils durch denselben hindurchzieht. Die grossen multipolaren Zellen hier, welche theils in der Kommissur drin, theils ihr anliegen, fasst *Held* als Ursprungszellen dieser Fasern auf. Ein zweiter Theil des dorsalen Längsbündels gelangt ferner in den oberen Lateralkern von *Flechsig*, jene grosse, multipolare Zellen enthaltende graue Masse, welche seitlich vom tiefen Kern der hinteren Kommissur und dorsal vom rothen Kerne sich ausbreite, und entspringt hier. Ein dritter Theil des dorsalen Längsbündels bleibt an der ventralen Seite des tiefen Kommissurenkernes und blieb in seinem ferneren Verhalten zweifelhaft. Allen diesen Fasern, die hier entspringen und absteigen gegenüber müssen auch aufsteigende unterschieden werden, deren Herkunft noch zweifelhaft ist, zu denen jedoch offenbar auch Fasern zählen, die, wie *Held* sah, ganz im Oculomotoriuskerne endigen. Die nicht weiter belegte Annahme von *Darkschewitsch*, dass das dorsale Längsbündel und die hintere Kommissur in nahen Beziehungen stehen zum „oberen Oculomotoriuskerne D.", meinen ventralen Kommissurenkerne, glaubt *Held* nach Silberbildern dahin richtig stellen zu können, dass zahlreiche Collateralen beider Fasergruppen an diesen Kern abgegeben werden und dass die Zellen selbst ihre Axonen nach beiden Seiten senden.

In einer späteren Abhandlung *Held*'s (*His'* Archiv 1893, S. 201 ff.) ist von einem neuen Bestandtheile des dorsalen Längsbündels die Rede, den er akustische und optische Reflexbahn nennt. *Held* nimmt an, dass nicht nur eine Menge optischer Fasern, sondern auch akustische Bahnen im vorderen Vierhügel enden und mit ihren Endbäumchen auf die grossen Zellen wirken, die in den mittleren und tieferen grauen Massen dieses Hügels liegen. Von diesen Zellen entspringen die Bogenfasern, die das centrale Grau umsäumen und ventral vom dorsalen Längsbündel die fontainenartige Haubenkreuzung bilden. Aus dieser biegen diese Fasern in das dorsale Längsbündel hinein und zwar in seinen mittleren Theil und von diesem Systeme zweigen sich dann Fasern ab, die in die Kerne der Augenmuskelnerven gelangen. Und zwar sendet die rechte Reflexbahn Collateralen in den gleichseitigen III. Kern und in den gekreuzten IV. und VI. Kern, doch gehen gewisse Reflexfasern auch in den entgegengesetzten III. Kern auf einem Umwege (Fig. 16 IV).

Ausser dieser Faserzufuhr zum dorsalen Längsbündel soll nach *Held* auch eine weitere dadurch zu Stande kommen, dass die grossen Zellen der *Substantia reticularis* mit ihren Axonen absteigend demselben sich anschliessen, welche Zellen *Held* den Strangzellen des Rückenmarkes vergleicht, obschon diese wohl unzweifelhaft nur in aufsteigende Bahnen übergehen.

Endlich haben sich noch *Bechterew* und *Cramer* über das dorsale Längsbündel geäussert. Ersterer bemerkt (Leitungsbahnen 1894), dass die Fasern des dorsalen Längsbündels nicht ausschliesslich aus dem Grundbündel der Vorderstränge des Markes stammen, vielmehr enthalte dasselbe auch kurze Bahnen, die die Kerne der Augenmuskelnerven unter sich verbinden (S. 94), deren Fasern feiner seien, später sich entwickeln und lateral liegen (S. 118). Nach oben setze sich das Bündel in die ventralsten Fasern der hinteren Kommissur fort (S. 103)

und nehme auch — in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen von *Nussbaum* — Fasern aus dem III. und IV. Kerne auf. Ferner nimmt *Bechterew* als Bestandtheil des dorsalen Längsbündels, ebenso wie *Held* Fasern an, die in den vorderen Vierhügeln entspringend den *Aquaeductus* umkreisen und in die fontainenartige Haubenkreuzung übergehen. *Cramer* bezeichnet das dorsale Längsbündel als Fortsetzung des dorsalen Theiles des Vorderstranggrundbündels. Dasselbe erhalte im Aufsteigen Zuschuss aus den Kernen des VII., VI., IV. und III. Nerven und ende erheblich dünner geworden oberhalb des III. Kernes in einer grauen Masse dorsomedianwärts vom rothen Kerne am Uebergange des *Aquaeductus* in den III. Ventrikel. In dieser grauen Substanz sollen neue Fasern beginnen, die in die ventralen Theile der hinteren Kommissur ziehen und betrachtet er diesen Kern als identisch mit dem oberen Oculomotoriuskerne von *Darkschewitsch* oder meinem ventralen Kerne der hinteren Kommissur, aber auch mit dem oberen Kerne des dorsalen Längsbündels von *Edinger*, welcher letztere, wie *v. Gehuchten* mit Recht bemerke, sicherlich nicht hierher gehört (Beitr. z. feineren Anat. d. *Med. oblongata* und der Brücke 1894, S. 79—81).

v. Gehuchten hat das dorsale Längsbündel bei der Forelle mit Hilfe der *Golgi*'schen Methode untersucht und hierbei folgendes gefunden:

Das dorsale Längsbündel besteht ausschliesslich aus absteigenden Fasern und erstreckt sich vom Mittelhirne bis ins Rückenmark, indem es in seinem Durchmesser von vorn nach hinten zunimmt. Dasselbe hat seinen Hauptursprung in einem Kerne, der zu beiden Seiten der Medianebene in der Gegend des *Lobus opticus* unter dem Boden des dritten Ventrikels und etwas oberhalb des Kernes des III. Nerven seine Lage hat. Die von den Zellen des genannten Kernes entspringenden Fasern ziehen alle spinalwärts, indem sie an der dorsalen Seite des *Fasciculus Meynert* ihre Lage haben und gesellen sich im weiteren Verlaufe neue Fasern zu denselben, die von zerstreuten Zellen in der Nähe des dorsalen Längsbündels abstammen, von denen die zahlreichsten in der Nähe der absteigenden Trigeminuswurzel und in der Höhe des Kernes des *Facialis* liegen. Diese Zuschussfasern gehen z. Th. zum Längsbündel derselben, z. Th. zu dem der entgegengesetzten Seite. In ihrem Verlaufe geben die Fasern des dorsalen Längsbündels zahlreiche Collateralen ab, die in den benachbarten grauen Massen, vor allem in den Kernen des III., IV. und VII. Nerven und in den ventralen Hörnern des Rückenmarkes sich verästeln, durch welche Verbindungen, die theils direkt, theils gekreuzt statthaben, sich der Einfluss des dorsalen Längsbündels auf die Ursprungszellen der betreffenden peripherischen motorischen Fasern geltend macht. Wie weit die Fasern des dorsalen Längsbündels im Rückenmarke, in dem sie im Vorderstrange verlaufen, sich erstrecken, darüber meldet *v. Gehuchten* nichts, ebensowenig über das Ende der Hauptfasern desselben; dagegen giebt er noch an, dass die hintere Kommissur keine Beziehungen zum dorsalen Längsbündel habe (La Cellule T. X p. 255).

Ich wende mich nun zu einer Kritik dieser neuesten Mittheilungen über das Verhalten des *Fasciculus longitudinalis dorsalis* und bespreche zuerst den Menschen, bei dem ich das dorsale Längsbündel besonders bei Embryonen untersucht habe. Wie wir durch *Flechsig* wissen (Plan des menschlichen Ge-

hirnes 1883, S. 28) erhält das dorsale Längsbündel von allen Faserzügen des Gehirnes zuerst und zwar um die Mitte des Fötallebens, Markscheiden, gleichzeitig mit den Vorderstranggrundbündeln des Rückenmarkes, was die Verfolgung desselben in diesem Alter ungemein erleichtert; und habe ich dasselbe an vier Serien vom 6., 8., 9. und 10. Monat geprüft. Die Hauptthatsachen, die ich fand, sind folgende:

1. Es gelang mir nicht, beim Menschen einen Kern nachzuweisen, der als Ursprungskern der Fasern des dorsalen Längsbündels angesehen werden könnte. Selbstverständlich richtete sich mein Augenmerk in erster Linie auf den sog. oberen Oculomotoriuskern von *Darkschewitsch*, den ich, wie oben in Erinnerung gebracht wurde, als tiefen Kern der hinteren Kommissur bezeichnete. Diese meine Deutung beruhte nicht auf der Untersuchung *Golgi*'scher Präparate, sondern nur auf einer sorgfältigen Prüfung nach *Weigert* gefärbter Schnitte und ist daher zuzugeben, dass dieselbe vielleicht der nöthigen Bestimmtheit entbehrte. Ich habe daher — angesichts der so überraschenden Funde *v. Gehuchten*'s bei der Forelle, die noch dazu durch die früheren *Mayser*'schen Angaben über Cyprinus gestützt werden, — noch einmal meine Embryonen genau geprüft und kann nun, wie ich glaube, mit grösserer Bestimmtheit als früher sagen, dass der betreffende Kern kein Ursprungskern des dorsalen Längsbündels ist. In den Gegenden, in welchen der Kern der Kommissur auftritt, besteht das dorsale Längsbündel an Frontalschnitten aus lauter Querschnitten von gröberen und feineren Bündeln und zeigt sich keine Spur von einer Zerfaserung oder Auflösung derselben in dem Kerne, während auf der anderen Seite die ventralsten Theile der hinteren Kommissur, die mit dem Kerne sich verbinden, aus kleinsten Bündelchen und einzelnen Fasern bestehen, die ganz unregelmässig zwischen den Nervenzellen verlaufen. So bleiben nun die Verhältnisse eine Zeit lang, während der Kommissurenkern seine bedeutendste Grösse darbietet (bei einem Embryo Nr. VI vom 9. Monate war derselbe im Schnitte Nr. 353 1,80 mm lang, 0,81 mm breit). Dann aber nehmen im Schnitte Nr. 359 die Fasern des am meisten dorsal gelegenen Bündels des dorsalen Längsbündels einen schiefen Verlauf an, welches Verhalten nach und nach an allen Bündeln sich zeigt, so dass im Schnitte 367 gar keine Querschnitte mehr zu finden sind, sondern das ganze dorsale Längsbündel in eine zusammenhängende Reihe schief dorsoventral verlaufender Fasern sich umgewandelt hat, deren Mehrzahl an der medialen Seite des Kommissurenkernes und des *Fasciculus retroflexus* ihre Lage haben, während die dorsalsten Theile des Längsbündels gegen den Kern zu verlaufen und in ihm aufhören. Mittlerweile wird der Kern der Kommissur immer kleiner, misst im Schnitte 370 nur noch 0,54 mm in der Länge und ist im Schnitte 373 ganz verschwunden. Mit dem Kleinerwerden und dem Schwinden des Kernes verlieren sich auch die Fasern der hinteren Kommissur aus ihm und entsteht ein immer grösserer Zwischenraum zwischen der Kommissur und dem dorsalen Längsbündel. In demselben Schnitte stellte nun das dorsale Längsbündel eine 1,44 mm breite Lage schiefer, dorsoventral verlaufender Fasern dar, deren Länge 0,54—0,72 mm betrug und die nur noch wenig dunkelrandig waren. Deutlich liess sich eine leichte Biegung dieser Fasern gegen den *Nucleus ruber* erkennen, doch verlor sich die ganze Schicht im Schnitte 378 und konnte hier ihr letztes Ende nicht erkannt werden.

Glücklicher war ich bei einem etwas älteren, fast ausgetragenen Embryo Nr. I, bei dem ausser dem *F. l. d.* auch der *Fasciculus retroflexus*, der Bindearm, die fontainenartige Haubenkreuzung, die Schleifen, der III. und IV. Nerv schön dunkelrandig waren, hier ergab sich ebenso bestimmt, einmal, dass die Bündel des dorsalen Längsbündels nicht im Kommissurenkerne sich auflösen, während eine solche an den Elementen der hinteren Kommissur äusserst deutlich war, und zweitens liess sich der weitere Verlauf der zu einer Faserplatte umgewandelten Bündel des dorsalen Längsbündels mit Bestimmtheit verfolgen (Fig. 600). Der mediale Theil dieser Fasern stieg in dorsoventraler Richtung ventralwärts bis in die *Regio hypothalamica* und ging dorsalwärts von den *Corpora mammillaria* in eine Kommissur über, indem die Bündel von beiden Seiten aufs deutlichste sich verbanden. Ein zweiter und zwar der Haupttheil der Fasern des Längsbündels schloss sich den Bogenfasern an, welche den *Nucleus ruber* an der medialen und ventralen Seite umsäumen und verlor sich unter denselben, so dass er nicht weiter zu verfolgen war.

Fig. 600.

Diese meine Erfahrungen stimmen in auffallender Weise mit den älteren Angaben von *Schnopfhagen* überein und kann ich seine Figg. 5 und 6 als ganz zu meinen Beobachtungen stimmend ansehen. Ich glaube nun auch beim Erwachsenen diesen absteigenden Theil des dorsalen Längsbündels gesehen zu haben und verweise auf eine spätere Figur im § 166.

Nicht verschweigen will ich, dass der dorsoventral medial vom *Nucleus ruber* und dem *Fasciculus retroflexus* verlaufende Theil des dorsalen Längsbündels eine gewisse Menge von Nervenzellen enthält, von denen es möglich wäre, dass sie mit dem Längsbündel in Verbindung stehen. Da jedoch solche Zellen keinen besonderen Kern bilden und wie man wohl sagen kann, überall in der Haube vorkommen, glaube ich, dass vorläufig eine solche Annahme nicht gerechtfertigt wäre, um so mehr, als auch die Fasern des Längsbündels im Verlaufe keine Abnahme erleiden.

2. Beziehungen der Bogenfasern der Haube zum dorsalen Längsbündel, die *Held* annimmt, d. h. einen Uebergang der Bogenfasern

Fig. 600. Frontalschnitt durch den vordersten Theil der vorderen Vierhügel eines menschlichen Embryo. I. Nr. 396. 5 : 1. *Ccq* Kommissur der vorderen Vierhügel; *NCp* Ursprungszellen der hinteren Kommissur; *Cp Commissura posterior; Fld* dorsales Längsbündel aus senkrechten Fasern bestehend, deren medialste Elemente bei *DF* eine Schlinge bilden; *FM Fasciculus Meynert; Nr Nucleus ruber.*

in das Längsbündel, kann ich nicht finden. Allerdings spricht der Schein oft für solche Verhältnisse und sieht man selbst an *Weigert*'schen Präparaten oft Elemente der *Meynert*'schen Kreuzung scheinbar in Bündel des dorsalen Längsbündels übergehen. Genaue Untersuchungen besonders bei Embryonen, wo das dorsale Längsbündel sehr rein und klar zu übersehen ist, vor allem auch der Gegend des Trochleariskernes, in welche keine an der Ventralseite aufsteigende Wurzelfasern die Verfolgung der Fasern schwieriger machen, lehren, dass die Bogenfasern nicht an die Bündel des dorsalen Längsbündels sich anschliessen, sondern einfach zwischen denselben durchziehen und in die Kerne des III. und IV. Nerven eintreten; ferner zeigte mir die Prüfung von *Golgi*-Präparaten eines menschlichen Embryo, von dem die Fig. 523 stammt, und die Untersuchung solcher von der Katze und Maus, dass diese Bogenfasern in dem genannten Kerne mit Endverästelungen aufhören, ebenso wie die Collateralen der Fasern des dorsalen Längsbündels. Ganz in derselben Weise verhalten sich auch Bogenfasern, die dorsalwärts vom *Fasciculus longitudinalis dorsalis* in der Randgegend des centralen Grau direkt zu den genannten Kernen treten. Noch bemerke ich, 1. dass die Fasern der *Meynert*'schen Haubenkreuzung z. Th. in die Kerne ihrer Seite, z. Th. in die kontralateralen eintreten, somit hier Kreuzungen vorkommen, und 2. dass auch der Kern der hinteren Kommissur von Bogenfasern versorgt wird, die sowohl von der ventralen als von der dorsalen Seite her in denselben treten.

Beim Kaninchen und der Katze verhalten sich die dorsalen Längsbündel sehr ähnlich und bespreche ich vor allem das mir genauer bekannte Kaninchen. Bei diesem reicht das dorsale Längsbündel bis zum *Fasciculus retroflexus* von *Meynert* und verliert sich hier in später zu beschreibender Weise. Einen Kern, mit dem dieses Bündel in Verbindung stehen, d. h. in welchem dasselbe entspringen könnte, finde ich hier noch weniger als beim Menschen, obschon in seiner Nähe viele Nervenzellen liegen. Einmal findet sich als direkte Fortsetzung des Nucleus III im centralen Grau, dicht am dorsalen Längsbündel ein länglicher grösserer, kleinzelliger Kern, den ich den vorderen Nebenkern nennen will und zweitens liegt ventral von diesem Kerne dicht an demselben den ganzen Raum zwischen den Oculomotoriuswurzeln und dem *Nucleus ruber* einerseits und dem *Meynert*'schen Bündel andererseits erfüllend ein sehr mächtiger Kern (*Ncp* in einem Schema des § 165), der *Nucleus Commissurae posterioris*, der kleinere, z. Th. aber auch grosse Zellen führt.

In diesem Kerne verhält sich die hintere Kommissur beim Kaninchen genau so, wie ich dies oben vom Menschen geschildert habe und stehe ich nicht im Geringsten an, denselben als Ursprungskern derselben zu bezeichnen und zwar entspringen alle Fasern der Kommissur aus diesem Kerne, wie Frontalschnitte bei der Katze noch deutlicher lehren als beim Kaninchen. An solchen hat ein Theil dieses Kernes genau dieselbe Lage wie beim Menschen; zu demselben gesellt sich dann aber noch ein lateraler Theil für die seitlichen Theile der Kommissur, der auch eine Strecke weit dorsalwärts in die Kommissur hineinzieht. Hiermit ist wohl zum ersten Male der genaue Ursprung der hinteren Kommissur in der Haube an der vorderen Grenze der Vierhügelgegend zwischen dem *Fasciculus retroflexus* und dem *Nucleus ruber* und den Oculomotoriuswurzeln festgestellt und füge ich noch bei, dass diese sog. Kommissur wohl

richtiger als Kreuzung bezeichnet wird, da Fasern derselben auf beiden Seiten, wie von manchen Forschern mit Recht angenommen wird, in den *Thalamus* einstrahlen. Da auch in den Kern der hinteren Kommissur, wie ich denselben von nun an einfach heisse, Endigungen der Bogenfasern des vorderen Vierhügels einstrahlen und wahrscheinlich mit Collateralen oder direkt in demselben enden, so sind auch hier Beziehungen gegeben, die unzweifelhaft physiologisch als bedeutungsvoll sich ergeben werden. Dazu kommt dann noch, dass auch das dorsale Längsbündel, ebenso wie die Kerne der Augenmuskelnerven, wohl sicher auch den Kern der hinteren Kommissur mit Collateralen versieht.

Was nun das Verhalten des dorsalen Längsbündels an seinem vorderen Ende betrifft, so haben mir in dieser Beziehung sagittale und horizontale Schnitte die besten Auskünfte gegeben, wogegen Frontalschnitte sich als ziemlich unbrauchbar erwiesen. Kurz gesagt, finde ich, dass das dorsale Längsbündel vor dem Oculomotoriuskerne bei den genannten Thieren vorwiegend an der lateralen Seite des *Fasciculus Meynert*, aber auch durch denselben und an seiner medialen Seite in den *Thalamus opticus* eintritt und z. Th. lateralwärts in der Richtung auf die *Lamina medullaris lateralis*, z. Th. ventralwärts gegen den Boden des III. Ventrikels verläuft. So komme ich bemerkenswerther Weise nahe an die letzten Behauptungen von *Meynert* heran (s. oben), denn wenn ich auch das dorsale Längsbündel in die Randbezirke des *Thalamus* verfolgte, so bin ich doch nicht im Stande, zu sagen, ob dasselbe nicht vielleicht doch in die innere Kapsel tritt und unter dem Linsenkerne hindurch in die Grosshirnrinde, ein Verlauf, der nach den oben gegebenen Darlegungen auch für den Menschen nicht als unmöglich erscheint.

Mit Bezug auf die wichtige Frage, ob das dorsale Längsbündel beim Menschen und bei den Säugern absteigend oder aufsteigend wirkende Elemente enthalte, ergeben meine Erfahrungen keine Entscheidung. Denn wenn ich auch nachzuweisen vermochte, dass das dorsale Längsbündel bei den Säugethieren keinen Kern besitzt, der dem von *v. Gehuchten* bei Fischen gefundenen entspricht und der obere Lateralkern von *Flechsig* unzweifelhaft nichts ist, als mein Kern der hinteren Kommissur, so wäre es doch möglich, dass das dorsale Längsbündel im *Thalamus* oder im centralen Grau des dritten Ventrikels von Zellen entspränge. In der letzteren Gegend finden sich, wie später gezeigt werden wird, Zellenansammlungen genug, welche eine solche Rolle übernehmen könnten und was den Sehhügel betrifft, so ist in demselben an solchen noch weniger ein Mangel vorhanden. Meine frühere Annahme, dass der *Fasciculus longitudinalis dorsalis* ein sensibles System II. Ordnung darstelle, stützte sich darauf, dass das Vorderstranggrundbündel, aus welchem dasselbe stammt, wesentlich centripetalwirkende Fasern führt, da jedoch in demselben auch absteigende Elemente vorkommen könnten, so will ich, angesichts der neuen Gestaltung dieser Frage, meine frühere Ansicht für einmal nicht weiter als die allein mögliche vertreten und die Entscheidung von weiteren Erfahrungen abhängig machen.

Würde der *Fasciculus longitudinalis dorsalis* sich als eine absteigende Bahn ergeben, so könnte derselbe in seiner physiologischen Bedeutung nur mit den unwillkürlich motorischen Leitungen anderer Hirngegenden, wie z. B. des *Cerebellum*, verglichen werden und hätte man anzunehmen, dass die Fasern desselben, angeregt z. B. durch die centripetalen optischen oder akustischen Bahnen,

auf die motorischen Zellen gewisser Kopfnerven reflektorisch einwirken. Sollte ferner auch für die Säuger sich herausstellen, dass die Bahn des dorsalen Längsbündels von oben nach unten zunimmt, so hätte man wohl einen solchen Zuschuss durch Fasern zu erklären, die von einem Theile der grossen multipolaren Zellen meines *Nucleus magno-cellularis diffusus* der Haube entspringen.

B. Rother Kern des Tegmentum *(Nucleus tegmenti, Olive supérieure Luys).*

§ 161.

Das erste Auftreten dieses Kernes in der Gegend der Oculomotoriuskerne und -Wurzeln ist schon auf S. 227 erwähnt und durch die hier wiedergegebene

Fig. 601.

Fig. 601 versinnlicht worden. Eine zweite Fig. 602 zeigt diese Kerne der Medianebene näher gerückt und grösser von einem Embryo von acht Monaten aus einer vor den Oculomotoriuskernen gelegenen Gegend und in Fig. 511 sind dieselben noch entwickelter in einem Schnitte noch weiter vorn bei gut entwickeltem *Corpus Luysii* und mit ihrer lateralen Ausstrahlung dargestellt. Gut ausgebildet zeigen

Fig. 601. Querschnitt durch die *Pedunculi cerebri* und die vorderen Vierhügel des Menschen. Vergr. 4 : 1. Carmin. Nr. 448. *Br* Arm des vorderen Vierhügels; *Cqa* vorderer Vierhügel; *F Forel*'s ventrale Haubenkreuzung; *Fl Fasciculus longitudinalis dorsalis; L* Lemniscus; *M Meynert's* fontainenartige Haubenkreuzung; *Nr Nucleus ruber; Pp* Hirnschenkelfuss; *Sn Substantia nigra;* Sn^1 Längsbündel am Rande derselben; *Tg Tegmentum* oder *Substantia reticularis; Vd* absteigende Quintuswurzel; *III* Wurzeln des *Oculomotorius*; III' Kern der *Oculomotorius*; *a Aquaeductus Sylvii.*

dieselben auch eine Figur im § 166 und von den oben gegebenen Abbildungen die Figg. 586 und 587.

Verfolgt man die Bindearmkreuzung bis zum Auftreten des rothen Kernes beim Menschen, so gewinnt man, wie dies auch *Forel* ausspricht, die Ueberzeugung, dass die Kreuzung eine totale ist (Figg. 457, 458, 459) und sind in dieser Beziehung besonders beweisend Flächenschnitte, die einen Uebergang aller Bündel des *Brachium conjunctivum* von einer Seite auf die andere ergeben (Fig. 603).

Der rothe Kern selbst tritt als eine anfänglich kleinere runde Masse nach Vollendung der Kreuzung auf, wächst jedoch rasch bis zu ansehnlicher Grösse und tritt auch mehr an die Medianebene heran. Durch die Bindearmkreuzung und durch das Auftreten des rothen Kernes wird die Hauptmasse der Fasern des *Tegmentum* nach der Seite und dorsalwärts verschoben, wie dies eine Vergleichung der Figg. 458, 459 und 460 mit Leichtigkeit ergiebt. Doch ist sicher, dass auch im rothen Kerne und im gekreuzten Bindearme Fasern des *Tegmentum* erhalten bleiben und bestehen dieselben vor allem aus Bogenfasern, die in der zwischen beiden rothen Kernen vorhandenen und nach der Kreuzung der Bindearme neu sich entwickelnden *Raphe* die oben S. 227 schon erwähnten Kreuzungen bilden, deren dorsaler Theil nach *Forel* die fontainenartige *Meynert*'sche Haubenkreuzung heisst, während der andere basale, nicht scharf abgegrenzte Theil die ventrale Haubenkreuzung genannt wird (Fig. 460 *M* und *F*).

Fig. 602.

Indem der rothe Kern in dem gekreuzten Bindearme an Grösse zunimmt, zeigt sich, dass an demselben eine oberflächliche weisse Markschicht auftritt, die besonders an der medialen und dorsalen Seite gut entwickelt ist, über deren Herkunft eine Entscheidung nicht leicht sich geben lässt. Dieselbe könnte von

Fig. 602. Querschnitt durch den vorderen Vierhügel und den Hirnstiel eines menschlichen Embryo von 8 Monaten. Nach *Pal* gefärbt, 4mal vergr. *Fr Fasciculus retroflexus*; *K* Kern der *Commissura posterior*; *a Aquaeductus*; *b* grauer tiefer Vierhügelkern?; *c* tiefe Bogenfasern der Vierhügel; *d Lemniscus lateralis*; *d' Lemniscus medialis*; *e* Hirnstiel und *Tractus opticus*; *r* rother Kern; *vV* vorderer Vierhügel.

der *Substantia reticularis* des *Tegmentum* abstammen oder von Bindearmfasern oder vom *Fasciculus longitudinalis dorsalis.* Auch hier geben Flächenschnitte die beste Auskunft und lehren, dass die genannte Markschicht sicherlich ganz

Fig. 603.

Fig. 603. Frontalschnitt der *Medulla oblongata* und der Brücke des Menschen 2:1. Nr. 146 der Serie; *Weigert.* Mit der Lupe wegen gewissen Nervenwurzeln zu betrachten. *Bk* Bindearmkreuzung; *Crm* Brückenarm des kleinen Hirns; *H* Hypoglossuswurzeln; *Ll Lemniscus lateralis; Lm Lemniscus medialis; Nr Nucleus ruber; Om Oliva minor; Tr* Trapezfasern; *Vm* austretende motorische Wurzeln des *Quintus*; *Vs* austretende sensible Wurzeln des *Quintus*; *III* Oculomotoriuswurzelfasern; *VI Abducens*; *VII*[1] Facialiskern; *VII*[2] austretende Facialiswurzel.

vorwiegend aus Bindearmfasern besteht, die wie einen Mantel um die Hauptmasse des rothen Kernes bilden.

Wie verhalten sich nun die Bindearmfasern nach dem Auftreten des rothen Kernes? Treten dieselben einfach durch den rothen Kern hindurch oder erleiden sie in demselben eine Unterbrechung durch Zellen? mit anderen Worten, enden die Bindearmfasern im rothen Kerne mit freien Verästelungen oder entspringen dieselben in ihm von Zellen? Im ersteren Falle müsste man weiter annehmen, dass die von den Zellen des rothen Kernes entspringenden Fasern cerebralwärts verlaufen, während im zweiten Falle von höheren Theilen im rothen Kerne endende Fasern vorkommen müssten.

Die Beobachtung von Horizontalschnitten vor allem lehrt, dass sicher eine sehr grosse Zahl von Bindearmfasern den rothen Kern einfach durchsetzen und lateralwärts von demselben weiter ziehen, auf der anderen Seite dagegen ist es nicht leicht zu sagen, ob nicht auch Fasern im rothen Kerne ihr Ende erreichen und welche Bedeutung die Zellen des rothen Kernes haben, mit anderen Worten, wohin die Nervenfasern ziehen, die von denselben entspringen.

Die Zellen des rothen Kernes sind beim Menschen von sehr verschiedenen Durchmessern, einige klein von 20—30 μ, andere grösser bis 40, 50 μ, einige selbst 60—76 μ gross. Dieselben zeichnen sich durch lange, im Ganzen nicht stark verästelte Dendriten aus, welche *Meynert* irriger Weise auffallend den Gefässen sich anschmiegen lässt und sind meist drei- oder viereckig, auch spindelförmig oder vieleckig.

Etwas anders verhalten sich diese Elemente bei Thieren, mit Ausnahme der Affen, wie dies *Forel* zuerst vom Hunde, dem Maulwurfe und den Nagern nachgewiesen hat. Hier sind die Zellen des rothen Kernes z. Th. von einer kolossalen Grösse (beim Hunde, bei der Katze und beim Kaninchen von 25 bis 78 μ) und haben ganz den Charakter der Zellen des *Nucleus magno-cellularis diffusus mihi* der *Med. oblongata* oder der grossen Vorderhornzellen des Markes. Zugleich bilden dieselben mit dem gekreuzten Bindearme, der viel kleiner ist als beim Menschen, keinen scharf begrenzten Kern, wie bei diesem. Ihre Neuraxonen gehen bei der Katze, wo ich dieselben an *Golgi*-Präparaten untersuchte, meist dorsal- oder lateralwärts, selten medianwärts.

Von 26 nervösen Fortsätzen, die ich an den Zellen des rothen Kernes der Katze in ihrem Verlaufe bestimmte, gingen 11 dorsalwärts in der Richtung auf das dorsale Längsbündel zu, 7 dorsolateralwärts, 5 lateralwärts, 1 medianwärts, 1 lateraldorsalwärts und 1 dorsomedianwärts, Beobachtungen, die die Angaben von *Forel*, die freilich nur an Karminpräparaten gewonnen wurden, nicht bestätigen, dass die Achsencylinderfortsätze dieser Zellen meist gegen die Raphe sich zu wenden scheinen. Es möchte jedoch gewagt sein, aus meinen wenigen Beobachtungen bestimmte Schlüsse abzuleiten, indem aus denselben mit gleicher Wahrscheinlichkeit ein Uebergang der Zellenausläufer des rothen Kernes in die Bogenfasern der Haubenkreuzung oder in die Ausstrahlung der Bindearme angenommen werden könnte.

Ueberall wo Nervenfasern von Nervenzellen entspringen, stehen diese Zellen mit anderen Gegenden dadurch in Verbindung, dass von solchen herkommende nervöse Fortsätze sie umspinnen und auf dieselben einwirken. Auch beim rothen Kerne sind solche Endverästelungen vorhanden und selbst an *Weigert*'schen Präparaten in Gestalt feiner, die Zellen umgebender Fäserchen zu erkennen, sehr leicht dagegen an *Golgi*-Präparaten nachzuweisen. Bei der Katze trugen diese

Endverästelungen von Neuraxonen denselben Charakter, der schon oben von denen der hinteren Vierhügel beschrieben wurde, d. h. dieselben waren lang und im Ganzen nicht mit vielen und nur mit lockeren Endbäumchen versehen. Die Herkunft dieser Fäserchen liess sich nicht mit Sicherheit bestimmen, doch schienen dieselben in ihrer Mehrzahl von Bogenfasern abzustammen, von denen eine grosse Zahl auf den rothen Kern von beiden Seiten zustreben und denselben durchziehen. An diesen Bogenfasern finden sich auch, wie ich an *Golgi*-Präparaten neugeborener Mäuse finde, Collateralen, die in der Gegend des rothen Kernes besonders entwickelt sind.

Nach *Martin* geben auch die Fasern des Bindearmes vor und nach der Kreuzung Collateralen an die *Formatio reticularis* des *Tegmentum* und auch in den rothen Kern der Haube ab (Handb. d. Anat. d. Hausthiere von *Franck* 3. Aufl. von *P. Martin*, Lief. VII, S. 278).

Beim Mangel bestimmter anatomischer Thatsachen, die über den feinsten Bau des rothen Kernes Aufschluss geben, ist es sehr erwünscht, dass eine Reihe anderer Erfahrungen vorliegen, die diese Lücke zu ergänzen geeignet sind. In erster Linie sind in dieser Beziehung die Mittheilungen von *Forel* zu erwähnen (Tagebl. d. Verh. d. Naturf. in Salzburg 1881, XVIII, Sekt., 1. Sitzg. 19. Sept.), der bei einem Kaninchen, dem er neben anderen Theilen den rechten Bindearm durchschnitten hatte, eine totale Atrophie der Fasern des Bindearmes bis jenseits der Kreuzung derselben und eine Atrophie des hinteren Abschnittes des rothen Kernes der linken Seite nachwies.

Ganz dasselbe fand *Gudden* 1882 (Ges. Abh. XXV), nachdem er einem neugeborenen Kaninchen die linke Hemisphäre des kleinen Gehirnes entfernt hatte. Als das erwachsene Geschöpf untersucht wurde, war der Bindearm der linken Seite zu Grunde gegangen und der hintere Theil des rechten rothen Kernes, während dessen vordere Zellen unverändert waren. Doch waren im hinteren Abschnitte des rechten rothen Kernes noch einige Zellen zu sehen (Fig. 4), was *Gudden* dadurch erklärt, dass vielleicht einzelne Fasern des Bindearmes erhalten blieben.

Ferner haben *P. Vejas*, *Marchi*, *Mingazzini* und *Mahaim* über die betreffende Frage Angaben veröffentlicht. *P. Vejas* erklärt in Folge von Exstirpation einer Hälfte des Cerebellum bei der Ratte seine Uebereinstimmung mit *Forel*'s Befunden, ohne Näheres über die vorgefundene Atrophie des rothen Kernes zu melden (Arch. f. Psych XVI, 1885). *Marchi* fand bei Untersuchung von Säugern (Affen und Hunden), denen *Luciani* das kleine Gehirn ganz oder theilweise entfernt hatte, 1. dass die Bindearme sich nicht vollständig kreuzen, vielmehr ein Bündelchen auf derselben Seite bleibe, und zum *Thalamus opticus* gehe; 2. dass das gekreuzte Bündel zum rothen Kerne der anderen Seite sich begiebt und 3. dass der Bindearm vor allem mit dem *Nucleus dentatus*, aber auch mit den übrigen Theilen der grauen Substanz des Cerebellum in Verbindung steht (Publicazioni d. R. Ist. di studi sup. in Firenze, Firenze 1891, p. 30, c. 5 tav.). *Mingazzini* sah bei einem Hunde, bei dem die rechte Hemisphäre des Cerebellum ganz und ein Theil des rechten Wurmes entfernt war, den Bindearm ganz geschwunden und den rothen Kern der linken Seite zellenärmer und zwar vor allem in seinem hintersten Abschnitte, doch waren auch hier noch einige Zellen zu sehen (Tab. VI Fig. 7, Ric. f. n. Labor. d. Univ. di Roma Vol. IV p. 78—134 c. tavole). Endlich ist noch der neueste Beobachter *Mahaim* zu erwähnen (Recherches sur la structure anatomique du noyau rouge et ses connexions avec le pédoncule cérébelleux supérieur, Bruxelles 1894, 44 S., 5 Taf. aus den Mém. couronnés, de l'Académie de Belgique, T. XIII, 6 fasc.), der beim Kaninchen nach Durchschneidung des Bindearmes einer Seite folgende Ergebnisse über den Bau des rothen Kernes erhielt, die ich hier mit seinen eigenen Worten mittheile:

1. Beim Kaninchen findet sich an der lateralen Seite des rothen Kernes ein kleinzelliger Kern, *Nucleus minimus*, Pl. III Fig. 10 u. 11, *pcn*, der keine Beziehungen zum gekreuzten Bindearme besitzt.

2. Dasselbe gilt von dem vorderen kleineren Theile des eigentlichen *Nucleus ruber* und von einer gewissen Menge von Zellen in den beiden anderen Abschnitten des Kernes. Von diesen Elementen lässt *Mahaim* einen nicht gekreuzten, sehr unbedeutenden Theil des Bindearmes entspringen.

3. Der mittlere, grössere Theil des rothen Kernes besteht beim Kaninchen vorzugsweise aus kleineren und mittelgrossen Zellen, deren Neuraxonen einen grossen Theil des entgegengesetzten Bindearmes bilden. Vorher geben dieselben aber der *Substantia reticularis* zahlreiche Collateralen ab.

4. Der hinterste Abschnitt des rothen Kernes besteht vorwiegend aus grossen Zellen, die ihre Axonen in den gekreuzten Bindearm senden.

Ziehen wir das Facit aus diesen experimentellen Erfahrungen, so geht aus denselben mit Sicherheit hervor, dass ein Theil der Bindearmfasern im rothen Kerne entspringt und kleinhirnwärts verläuft; dagegen kann ich nicht finden, dass der Schluss berechtigt ist, dass alle oder die grosse Mehrzahl der Bindearmfasern diesen Ursprung nehmen. Bei Durchschneidung des einen Bindearmes oder Entfernung einer Hälfte des Cerebellum wurde nur die hintere Abtheilung der Zellen des rothen Kernes atrophisch gefunden (*Forel, Gudden, Mingazzini, Mahaim*), nie der vordere Abschnitt. Für die Erklärung dieser Thatsache liegt es nun doch am nächsten, anzunehmen, dass ein bedeutender Theil der Bindearmfasern im kleinen Gehirne entspringt, um so mehr, wenn man weiss, dass die Bindearmfasern, wie ich bestimmt finde, in sehr grosser Menge den *Nucleus ruber* einfach durchsetzen. Wenn diese cerebellaren Bindearmfasern von den Axonen der Zellen des *Nucleus dentatus* oder von *Purkinje*'schen Zellen der Rinde ihren Ursprung nähmen, so müssten diese Fasern und Zellen nach Durchschneidung des einen Bindearmes aus dem gleichen Grunde entarten, der bei den im rothen Kerne entspringenden zu einem Schwinden führt und müsste man in diesem Falle bestimmte Zellenmassen des *Cerebellum* verändert oder geschwunden finden. In der That hat nun auch *Mahaim* bei seinen Experimenten den *Nucleus dentatus* auf der Seite der Durchschneidung des Bindearmes verändert und weniger entwickelt gefunden als auf der nicht operirten Seite und giebt zugleich an (S. 26) „que cet arrêt de développement n'est pas limité au noyau denté, mais s'étend à tout l'hémisphère cérébelleux droit". Leider giebt *Mahaim* nichts über die Beschaffenheit der Zellen des *Nucleus dentatus* und der Rinde an, so dass von dieser Seite noch keine volle Klarheit gewonnen ist. Auf der anderen Seite muss ich bekennen, dass die Erklärung, die *Mahaim* versucht, um die Zerstörung des ganzen Bindearmes der operirten Seite auf Rechnung der Zellen des rothen Kernes setzen zu können, obgleich bei seinen Experimenten ein Theil der Zellen sich erhalten hatte, mir sehr gesucht erscheint. Die Einzelheiten derselben wolle man bei ihm nachsehen (S. 39 ff.) und bemerke ich nur, dass die Erklärung wesentlich darauf hinausgeht, dass das Vorkommen von Collateralen an den Axonen der Zellen des rothen Kernes auch nach Durchschneidung des Bindearmes die Thätigkeit der Zellen nicht aufhebe und sie daher vor Zerstörung schütze. Ferner vermag ich auch nicht mit *Mahaim* übereinzustimmen, wenn er einen Theil der Bindearmfasern von der gleichen Seite, d. h. von den unveränderten vordersten Zellen des *Nucleus ruber* kommen lässt, denn wenn dem so wäre, so hätten ja in dem Kerne auf der Seite der Operation veränderte Zellen vorkommen müssen. Wenn z. B. der rechte Bindearm durchschnitten wird, so müssen beide rothe Kerne Zellendefekte zeigen; der linke wird

der Zellen ermangeln, die in den rechten Bindearm ihre Axonen senden und der rechte der Zellen, die zum rechten Bindearm in Beziehung stehen. Dies war weder in *Mahaim's* Versuchen noch bei *Forel* der Fall, indem immer Ein *Nucleus ruber* ganz intakt war und daraus schliesse ich eben, dass ein ungekreuztes Bündel nicht vorkommt, und können mich in dieser Annahme auch *Marchi's* Angaben nicht stutzig machen. Natürlich deute ich bei dieser Auffassung die in *Forel's* und *Mahaim's* Versuchen intakt gebliebenen Zellen des gekreuzten *Nucleus ruber* als Elemente, die ihre Axonen nicht in das *Cerebellum*, sondern grosshirnwärts senden.

Für Beziehungen der *Purkinje*'schen Zellen zu den Bindearmfasern hat sich in diesen Tagen auch *Ramón* ausgesprochen (Alg. contribuciones al conocimento de los Ganglios del encéfalo in Anal. de la Soc. espaniola de Historia natural T. III 1894, S. 231), der fand, dass, wenn die Windungen einer Hemisphäre des *Cerebellum* fast ganz exstirpirt waren, beiläufig die Hälfte der Fasern des Bindearmes sich entartet erwies, und erklärt er es aus diesem Grunde als sehr wahrscheinlich, dass die grosse Mehrzahl, wenn nicht alle Fasern des Bindearmes von *Purkinje*'schen Zellen entspringen.

In Betreff des rothen Kernes des Menschen, dessen anatomische Verhältnisse oben auseinandergesetzt wurden, mangeln bestimmte pathologische Erfahrungen, die über seinen feinsten Bau Aufschlüsse geben könnten. Das Wichtigste in dieser Beziehung Bekannte ist folgendes: *Mendel* sah eine sekundäre partielle Entartung des Bindearmes der rechten Seite und etwelche Verkleinerung der linken Seite des rothen Kernes bei einem Herde im Pulvinar (Neurol. Centr.-Bl. 1882, S. 241 u. 431). Doch wurde im rothen Kerne bei der mikroskopischen Untersuchung nichts besonderes gefunden, während der *Nucleus dentatus cerebelli* gewisse Veränderungen zeigte. Was dieser Fall für die Annahme eines Ursprunges des Bindearmes im rothen Kerne beweisen soll, ist mir unerfindlich. Denn die Degeneration kann doch ebensogut absteigend auf die Zellen im *Nucleus dentatus* gewirkt haben, wie auf die des *Nucleus ruber*.

Witkowski (Arch. f. Psych. Bd. XIV) fand in einem Falle von Porencephalie eine Verkleinerung des *Nucleus ruber*, der ein grobfaseriges, nicht nervöses Netzwerk und nur vereinzelte Zellen enthielt, während der andere rothe Kern ganz normal war. Auch an der Kreuzungsstelle der Bindearme ist die Verkleinerung der kranken Seite noch deutlich, während jenseits der Kreuzung keine Ungleichheit beider Seiten mehr erkannt werden konnte.

Ferner haben *Flechsig* und *Hösel* (Neurol. Centr.-Bl. 1890 S. 467), *Mahaim, v. Monakow* und *Dejerine* (Compt. rend. de la société de Biologie 1895 S. 226 ff.) Atrophien des rothen Kernes im Zusammenhange mit Rindenerkrankungen des grossen Gehirns beobachtet, die auch keine bestimmten Aufschlüsse über die Beziehungen desselben geben. In *Flechsig's* und *Hösel's* Fall war der rothe Kern auf der rechten kranken Seite beträchtlich schmäler, ferner der entgegengesetzte Bindearm um $1/3$ dünner als der andere, ebenso der *Nucleus dentatus* und die Kleinhirnhemisphäre der linken Seite kleiner.

Mahaim schildert eine Entartung des rothen Kernes in Folge eines grossen, im rechten *Centrum semiovale* sitzenden Herdes. Die Zellen des rechten Kernes, der auch kleiner erscheint als der linke, sind auf der ergriffenen Seite ebenso zahlreich wie auf der anderen, aber leicht verkleinert und verändert

(Fig. 24 u. 25, Pl. VIII). Diesen Veränderungen entspricht auch eine etwelche Verkleinerung des Bindearmes der linken Seite (Arch. f. Psych. Bd. XXV, Hft. 2). Alle diese Erfahrungen sprechen nicht für eine direkte Beziehung der Hirnrinde zum rothen Kerne, sondern erklären sich aus der gleichzeitigen Veränderung des *Thalamus*. Dagegen hat das Ehepaar *Dejerine* (l. c.) einen Fall beschrieben, der bestimmt eine Ausstrahlung des rothen Kernes in die Hirnrinde beweist, doch liess sich die betreffende Gegend noch nicht mit Sicherheit bestimmen, gehörte jedoch wahrscheinlich wesentlich dem Parietallappen an.

In dem grossen Werke von *Henschen* (klinische und anatomische Beiträge zur Pathologie des Gehirns, 3 Thl. Upsala 1890—1894) finden sich auch in einer Reihe von Fällen Beziehungen des rothen Kernes zu den Nachbargebilden erwähnt, doch giebt keiner derselben ganz bestimmte Aufschlüsse über die genaueren Verhältnisse desselben, um so weniger, als die Beschaffenheit der mikroskopischen Elemente kaum berührt ist.

§ 162.

Ausstrahlungen des rothen Kernes. Basales Ganglion (Ganglion der *Ansa peduncularis, Meynert*). Nachdem wir im Vorigen mit Wahrscheinlichkeit zu dem Ergebnisse gekommen sind, dass beim Menschen ein bedeutender Theil der Fasern des Bindearmes den rothen Kern nur durchsetzt und aus Elementen besteht, die vom *Cerebellum* zum *Cerebrum* verlaufen, während ein anderer Theil in demselben entspringt und ins kleine Gehirn eintritt, wollen wir nun das weitere Schicksal der ersteren oder der Cerebello-Cerebralfasern des Bindearmes verfolgen. Hier sei von vorneherein die Bemerkung gemacht, dass aus der lateralen Seite des rothen Kernes eine grosse Anzahl von Fasern cerebralwärts verlaufen, deren Herkunft vorläufig in keiner Weise mit Sicherheit zu bestimmen ist, von denen mit anderen Worten nicht zu sagen ist, wie viele derselben aus dem Bindearme, wie viele aus der Haube (den Bogenfasern und den Längsbündeln derselben) abstammen. Somit bleibt für einmal nichts übrig, als den Verlauf und das weitere Verhalten dieser Elemente einfach zu verzeichnen und genauere Deutungen der Zukunft vorzubehalten.

Schon in Gegenden, wo der rothe Kern noch sehr gut ausgebildet und gross ist, entwickelt sich von der lateralen Seite desselben ein Faserbündel *BATH* oder *H* von *Forel* (l. c. Fig. 5—10), welches im weiteren Verlaufe in mehr vorderen Ebenen, an Fasermenge und Dichtigkeit, wie *Forel* richtig angiebt, eher zu- als abnehmend, nach und nach in zwei Theile sich spaltet, einen dorsalen Theil (das Bündel *H'* von *Forel*) Fig. 588, 589, welcher in die Basaltheile des Thalamus und in die *Lamina medullaris lateralis* eintritt und einen ventralen Abschnitt (H^2 von *Forel*), der z. Th. am lateralen Rande des *Corpus Luysii* in den Hirnstiel sich einsenkt, z. Th. der *Capsula interna* direkt sich anschliesst.

Im weiteren Verlaufe trennen sich nun die beiden Bündel *H'* und *H''*, die wir oben als Haubenbündel des Thalamus und als Haubenbündel des Linsenkernes unterschieden haben, von einander. Da wo die letzten Reste des *Corpus Luysii* sich finden (Fig. 589) und selbst schon früher zieht sich das Bündel *H''* medianwärts in eine Spitze aus (*Forel* Figg. 14, 15, 16), welche

an der lateralen Seite des Fasc. *Vicq d'Azyr* gelegen in der Richtung gegen das *Corpus mammillare* verläuft. Wo dieses und auch das *Corpus Luysii* verschwunden sind, wird diese Spitze immer deutlicher (Figg. 590 und 591) und zieht nun an der medialen Seite der *Columnae fornicis* weiter gegen das *Tuber cinereum* herab. *Forel*, der diesen Ausläufer des Bündels *H''* ebenfalls gesehen hat (Figg. 17, 18 *x*, S. 84), lässt denselben in das *Tuber cinereum* einstrahlen, ich habe dagegen gefunden (s. § 165), dass dieses Bündelchen zum Haubenbündel des *Corpus mammillare* gehört. Auch *Mahaim* zeichnet dieses Bündelchen (Arch. f. Psych. Bd. XXV, Figg. 10, 11 *x*), ebenso *De-Sanctis* (Ric. f. n. Labor d'Anat. di Roma Vol. IV, p. 127, Tav. 7 Fig. 2 *fx*).

Fig. 604.

Lateralwärts zieht das Bündel H^2 gerade gegen den lateralen Rand des *Corpus Luysii*, erreicht dessen dorsales Mark und verschmilzt mit demselben. Hierauf biegt das Bündel, in einige Unterabtheilungen zerklüftet, um das *Corpus Luysii* herum in den Randtheil des *Pes pedunculi* hinein, an der Uebergangsstelle desselben in die *Capsula interna* und zerfällt denselben in senkrechte Blätter in derselben Weise wie dies weiter medianwärts durch Fasern aus dem *Corpus Luysii* geschieht. Sobald das *Corpus Luysii* geschwunden ist, über-

Fig. 604. Frontalschnitt des Zwischenhirns des Menschen. 2 : 1. Nr. 56a. *Corpus Luysii* und *Corpora mammillaria* gut entwickelt. *Globus pallidus* mit 3 Gliedern *I, II, III.* Ausstrahlung der vorderen Kommissur in den Unterlappen. *Fm* ist hier nicht mehr *Fasciculus Vicq d'Azyr*, sondern Haubenbündel des *Corpus mammillare* (s. § 165).

nimmt das Feld H^2 die Rolle desselben und zerklüftet nun in derselben Weise das Wenige, was vom Hirnschenkel noch nicht in die *Capsula interna* übergegangen ist (Fig. 590). Endlich verschwindet auch der Fortsatz, den das Bündel H^2 medianwärts abgiebt (Fig. 592) und verliert sich das Bündel als besondere Bildung, indem dasselbe mit der Linsenkernschlinge *Al* sich vereint, oder diese an seine Stelle tritt (Fig. 592), während zugleich an die Stelle des früheren Hirnschenkelfusses das medialste Glied des *Globus pallidus* des Linsenkernes erscheint. Das Feld H^1 verschwindet im Allgemeinen früher als scharf begrenzte Bildung, lässt sich aber doch auch nach dem Schwinden des *Corpus Luysii* immer noch erkennen und stellt eine an der Basis des Thalamus befindliche, etwas dickere Fortsetzung der *Lamina medullaris lateralis* dar.

Mit dem Namen *Zona incerta* (*Zi*) bezeichnet *Forel* eine wenig bestimmt bezeichnete Gegend der *Regio hypothalamica*, die in hinteren Schnitten dorsalwärts vom rothen Kerne, ventralwärts vom *Pes pedunculi*, lateralwärts vom *Corpus Luysii* und medianwärts von der *Substantia perforata postica*, z. Th. vom *Fasciculus retroflexus* und den Oculomotoriuswurzeln begrenzt wird (Fig. 585, 586, 587). Weiter vorn liegt diese Gegend zwischen dem Bündel H^2, dem *Corpus Luysii*, dem *Pes pedunculi* und dem *Corpus mammillare* (Fig. 588, 589) und hier zeigt dieselbe noch die beste Begrenzung. Von da an lässt sich kaum mehr von einer solchen Zone reden, deren Bedeutung ohnehin nicht gross ist. Die *Substantia innominata* (*Reil*) *Forel* ist die Fortsetzung der *Zona incerta* nach vorn zu, in welcher als besondere Bildungen neben der schon erwähnten Linsenkernschlinge noch der untere Thalamusstiel (*USt*) und das von *Meynert* sogenannte Ganglion der Hirnschenkelschlinge (*Nap*) auftreten. Da die erstgenannten dieser Theile beim *Thalamus* und Linsenkerne zur speziellen Besprechung kommen werden, so erwähne ich hier nur, dass da, wo der Hirnstiel ganz in die *Capsula interna* übergegangen ist, an der ventralen Seite der Linsenkernschlinge bogenförmige Fasern auftreten, die in zwei Abtheilungen zerfallen, eine mehr dorsale, die den ventralen Thalamusstiel bildet, und eine ventrale, die in das sog. *Stratum zonale* des *Thalamus* eintritt, welche vom Schläfenlappen und von der Inselrinde herkommen. Zwischen diesen Bogenfasern nun, die auch sehr unpassend als Hirnschenkelschlinge bezeichnet werden, liegt nun noch das *Meynert*'sche Ganglion der Hirnschenkelschlinge, das am besten hier besprochen wird.

Dieses Ganglion, das ich *Meynert*'sches Basalganglion heissen will, beginnt ungefähr in der Gegend des hintersten Endes der *Corpora mammillaria*, wie die Fig. 588 einen solchen Schnitt darstellt mit einem quergestellten etwa 1,0 mm breiten und 0,18 mm dicken Häufchen von Zellen, dessen Lage ganz konstant zwischen dem *Tractus opticus* und der Ausstrahlung der *Commissura anterior*, jedoch näher an letzterer sich findet, und ganz genau an der Stelle liegt, wo die *Capsula externa* mit der *Lamina medullaris lateralis* des Linsenkernes zusammentrifft, mit anderen Worten an der ventralen Seite der Grenzgegend von *Putamen* und *Globus pallidus*. Die Figur 593 stellt den Schnitt Nr. 50a der betreffenden Serie bei stärkerer Vergrösserung dar und zeigt das Basalganglion schon deutlich, doch ist dasselbe mindestens noch an 8 bis 10 Schnitten weiter nach hinten zu in den ersten Anfängen vorhanden.

Weiter nach vorn wird das *Ganglion basale* rasch grösser und stellt die Fig. 598 dasselbe vom Schnitte 72 b, d. h. 45 Schnitte weiter vorn dar, in welchem dasselbe (*Nap*) fast den ganzen Raum zwischen *Tractus opticus* und der *Commissura anterior*, die hier als reiner Querschnitt erscheint, einnimmt und im Ganzen drei Zellenhaufen bildet, von denen immer noch einer an der ventralen Seite des *Putamen* und *Globus pallidus* seine Lage hat. In gewissen Fällen zieht sich dieser Haufen noch weiter lateralwärts um die Kommissur herum und findet sich auch an der ventralen Seite derselben. Mit dem einander Näherrücken der *Tractus optici* nimmt auch das Basalganglion an Breite zu und erscheint an Querschnitten als ein langgestrecktes elliptisches, oft leicht bogenförmiges, dorsalwärts konkaves helles Feld, dessen bedeutendste Grösse im Schnitte Nr. 85 (Fig. 605) 5,7 mm in der Breite betrug. Bis zum Schnitte 94 (Fig. 596) ist

Fig. 605.

das Ganglion immer noch sehr gross, dann aber nimmt der laterale Theil desselben ab. Schon vorher ändert sich die Lagerung desselben insofern, als dasselbe immer mehr mit seiner medialen Hauptmasse zwischen die Bogenfasern zu liegen kommt, die oben als ventraler Stiel des Thalamus bezeichnet wurden. Doch verdient Beachtung, dass immer noch ein kleiner Theil des Ganglion seine Lage an der ventralen Seite des *Putamen* beibehält. In Schnitten endlich, in denen, wie in Fig. 597 die *Commissura anterior* in voller Breite erscheint, findet sich das *Ganglion basale* als ein besser entwickelter länglicher Haufen nahe an der ventralen Seite der Mitte der Kommissur und meist auch noch mit einem schwachen Reste an der lateralen Seite des zum *Tractus olfactorius* sich begeben-

Fig. 605. Die *Regio hypothalamica* der Fig. 592. 3 : 1 vergrössert. *Nap* wie in Fig. 598, *Pp* nahezu letzter Rest des Hirnstieles.

den Theiles der Kommissur, ventral vom *Putamen.* Da wo die Kommissur verschwunden ist und das *Septum pellucidum* erscheint, ändert sich auch das Verhalten des Basalganglion; dasselbe tritt nach und nach in die mediale Fortsetzung der *Capsula externa*, die zum *Septum pellucidum* hinzieht und ist am entwickeltesten am verbreiterten Ende derselben, zieht sich jedoch auch noch eine Strecke weit in den schmalen Theil der Kapsel hinein. Von hier an lässt sich das Basalganglion noch bis zum vorderen Ende des *Septum pellucidum* verfolgen, geht allmählich bis in die Gegend des Grundes der grossen Hirnspalte hinein und findet sich sein letztes Ende da, wo die *Capsula externa* mit dem Marke der ersten Frontalwindung zusammenhängt (s. d. spät. Fig.). Von einer Verschmelzung des Basalkernes mit der grauen Substanz des *Septum* und zuletzt mit derjenigen des *Nucleus caudatus* (*Brissaud*, S. 409) habe ich nichts wahrgenommen.

In Betreff des feineren Baues des *Ganglion basale* des Menschen kann ich nicht viel mittheilen. Die Zellen desselben sind 20—30 μ gross, multipolar und ergaben sich in Einer von zwei Serien ungefärbt, in der anderen stark pigmentirt, ungefähr wie diejenigen des *Locus coeruleus.* Um die Zellen herum fanden sich überall feine Fasergeflechte in mässiger Entwickelung, jedoch an *Weigert*'schen Präparaten, die mir allein vorlagen, keine Andeutung über den etwaigen Verlauf der Axonen der betreffenden Zellen.

Das Ganglion der Hirnschenkelschlinge von *Meynert* oder mein Basalganglion ist meines Wissens bis jetzt nur von *Forel* und *Brissaud* erwähnt worden. *Forel* meldet (S. 88), dass er ein irgendwie abgrenzbares Ganglion der Hirnschenkelschlinge nicht finden könne. Als solches könne er nur eine ganz diffuse, gar nicht begrenzte Lage grauer Substanz mit unscheinbaren, spärlichen zelligen Elementen, durchsetzt von lateral-medial verlaufenden ungemein feinen Nervenfasern in Fig. 19 bezeichnen, welche dicht unterhalb der Linsenkernschlinge vom Querschnitte der vorderen Kommissur bis zum Querschnitte des *Tractus opticus* sich erstrecke und ventralwärts unabgrenzbar in die folgenden Schichten übergehe. Wie *Meynert* aus dem in der Linsenkernschlinge (Fig. 18) verschwindenden Bündel D^2 sein weiter unten schon ganz unverfolgbares hinteres Längsbündel bis in die Zellen des genannten Ganglion verfolgt habe, findet *Forel* ganz unbegreiflich.

Brissaud giebt in seiner Anatomie du cerveau auf S. 362 eine kurze Beschreibung des Ganglion der Hirnschenkelschlinge von *Meynert*, die im Wesentlichen mit der von *Meynert* stimmt, nur soll das Ganglion eine Fortsetzung des *Putamen* zum *Tuber cinereum* sein. Zwei Schemata 173 und 174 erläutern diese Auffassung und in den Tafeln ist an vielen Stellen unter *GAP* das Ganglion bezeichnet, das *Brissaud* auch: *Prolongement temporal du noyau lenticulaire (Wernicke)* und *Substance innominée sous-lenticulaire* nennt.

Honegger erwähnt kurz (S. 386) er könne ein Ganglion der Hirnschenkelschlinge nicht finden.

C. *Corpus Luysii*, *Forel* s. *subthalamicum*, *Henle*; *Nucleus hypothalamicus*, *A.N.C.*

§ 163.

Dieses Gebilde (auch *Discus lentiformis*, *Brissaud*), wurde von *Luys* entdeckt und *Bandelette accéssoire de l'olive supérieure* genannt, welcher Name ganz unpassend ist, da die *Olive supérieure* von *Luys* nichts anderes als der rothe Kern der Haube von *Burdach* ist und auch dieser Name schon von *Schröder van der Kolk* der kleinen Olive in der Brücke gegeben

wurde. Durch *Forel* wurde dieser Kern zuerst genauer bekannt und mit dem Namen des ersten Beobachters bezeichnet, worauf dann *Henle* denselben *Corpus subthalamicum* nannte, welchen Namen die anatomische Nomenklaturkommission in *Nucleus hypothalamicus* umänderte.

Die genaueste Beschreibung des *Corpus Luysii* des Menschen verdanken wir *Forel*, während dasselbe beim Maulwurfe durch *Ganser* eine ebenso vorzügliche Darstellung fand. Beim Menschen liegt das *Corpus Luysii* unmittelbar dorsal dem Hirnschenkelfusse auf und beginnt in der Höhe des vorderen Theiles des *Nucleus ruber* lateral von demselben dem lateralen Theile des *Pes pedunculi* da anliegend, wo derselbe in die *Capsula interna* überzugehen beginnt (Fig. 586). Im senkrechten Querschnitte spindelförmig oder einer bikonvexen Linse gleich mit etwas stärker gewölbter dorsaler Fläche und mit dem grössten Querdurchmesser leicht schief dorsoventralwärts gestellt, nimmt das Organ bald so an Grösse zu (Fig. 587), dass es zuletzt die gesammte Dorsalfläche des Hirnschenkelfusses einnimmt. Da der *Nucleus ruber* mittlerweile schwindet, so grenzt das *Corpus Luysii* nun dorsalwärts an die Ausstrahlung des genannten Kernes oder mit anderen Worten an das Bündel H^2 von *Forel* und an die *Zona incerta*. Seine grösste Entwickelung nimmt der *Nucleus hypothalamicus* in der Gegend des hintersten Endes des *Corpus mammillare* (Fig. 607), schwindet dann aber rasch, ist in Fig. 595 schon sehr klein geworden und einige Schnitte weiter nicht mehr vorhanden. In sagittalen Längsschnitten sieht das *Corpus Luysii* nach *Forel* fast wie in Querschnitten aus, nur kürzer und dicker. Nur in mehr lateral gelegenen solchen Schnitten erscheint es in dem Winkel zwischen innerer Kapsel und *Pes pedunculi* z. Th. stumpf dreieckig ausgezogen statt konvex. In der einzigen mir bekannten Abbildung eines solchen Schnittes bei *Dejerine* (Fig. 369, *C L*) erscheint das Gebilde eiförmig. In horizontalen Schnitten ist das *Corpus Luysii*, wie *Forel* mit Recht meldet, in seiner grössten Fläche getroffen und sieht mehr rundlich, wie ich finde (Fig. 606), nahezu kreisrund aus. Diesem zufolge ist die Gesammtform des *Corpus Luysii* annähernd die einer bikonvexen Linse, ähnlich derjenigen des Menschen mit leicht stärker gewölbter dorsaler Fläche.

Fig. 606.

Fig. 606. Horizontalschnitt durch den Hirnstamm des Menschen. Nat. Gr. *Weigert*. *Brc.* Bindearm; *Cf* Säulchen des Gewölbes Ci^1 vorderer Schenkel der Kapsel; *Cgl Corpus geniculatum laterale; Ci Capsula interna; Cl Capsula externa; CL Corpus Luysii; Fm Fasciculus thalamo mammillaris; J Insula; NC Nucleus caudatus*; *Nr* Rother Kern mit *Fasciculus retroflexus; P Putamen*; *I II* die 2 Glieder des *Globus pallidus*.

Die Maasse des *Corpus Luysii* sind nach *Forel*'s und meinen Messungen an erhärteten Gehirnen:

	Forel	*Kölliker*
Grösster Querdurchmesser	10—13 mm	9—10 mm
„ *Diam. dorso-ventralis*	3—4 „	3,5 „

Im frischen Zustande zeichnet sich dieses Gebilde durch eine schwach bräunliche Farbe vor den benachbarten Theilen aus, die theils durch sehr zahlreiche Kapillaren, theils dadurch bedingt wird, dass die Zellen desselben leicht pigmentirt sind.

Bezüglich auf den feineren Bau meldet *Forel*: „Beide Flächen sind von „einer dünnen Markkapsel begrenzt. Medial klaffen beide Kapseln weit aus- „einander und lassen einen Strom der allerfeinsten, einander parallelen Nerven- „fasern austreten. Lateralwärts ist dagegen die dorsale Markkapsel bis dicht „an die *Capsula interna* geschlossen. Die ventrale Markkapsel wird von zahl- „reichen markhaltigen Faserbündeln durchbrochen, die sich senkrecht in den *Pes*

Fig. 607.

„*pedunculi* einsenken und denselben in viele senkrechte Querschnitte bis zur „Hirnbasis (dem *Tractus opticus*) und zum Linsenkern zerlegen.“

Bei der Affengattung Hapale fand *Forel* die Verhältnisse wesentlich wie beim Menschen, nur ist der *Luys*'sche Körper fast kugelig und seine Zellen nicht pigmentirt. Beim Hunde, Kaninchen und anderen Säugern findet sich nach *Forel* kein scharf begrenzter *Luys*'scher Körper, sondern nur eine ziemlich flache, undeutlich begrenzte Zellenanhäufung, aus deren lateralem Theile Faserbündelchen ausgehen, die die geschilderte charakteristische Theilung des *Pes pedunculi* in Felder bedingen. Medial ausströmende Faserzüge sind höchstens andeutungsweise sichtbar. Nach *Luys* stammen die Fasern des *Luys*'schen Körpers aus dem rothen Kerne, resp. den Bindearmfasern und sollen dieselben schlingenförmig in die *Laminae medullares* des Linsenkernes übergehen, um mit den kleinen Zellen desselben sich zu verbinden, Verhältnisse, die *Forel* wohl als möglich, aber nicht als bewiesen erachtet. *Luys* beschreibt übrigens schon

Fig. 607. Derselbe Schnitt wie Fig. 588. 3 : 1. *Ch* Kommissur der *Nuclei hypothalamici, dm* dorsales Mark derselben. Beziehungen des Feldes H^2 zum *Nucl. hypothalamicus,* zum Hirnstiele und zum *Globus pallidus I* des Linsenkernes.

vor *Forel* die Zerklüftung des *Pes pedunculi* durch aus dem *Corpus Luysii* stammende Bündel ganz richtig.

Vom *Luys*'schen Körper des Maulwurfes, welches Thier, entgegen den Angaben *Forel*'s ein solches Gebilde besitzt, sagt *Ganser*, dass er wesentlich aus dicht gedrängten, kleinen, pyramiden- und blasenförmigen Zellen bestehe, die viel Farbstoff aufnehmen. Eine dünne, rein markige Kapsel umgiebt das Ganze, welche vielleicht nur z. Th. aus Eigenfasern des Körpers selbst bestehe; jedenfalls verlaufen durch sie eine Menge ein- und austretender Nervenfasern. Solche kommen einmal aus dem dorsalen Marke durch die *Zona incerta* hindurch, dann gehen aus der ganzen ventralen Kapsel sowie aus beiden Rändern des Körpers eine Menge von Fasern in den *Pes pedunculi* und theilen denselben in viele Felder, welche Fasern bis zwischen die Zellen des *Luys*'schen Körpers sich verfolgen lassen. Ausserdem enthält die Markkapsel noch viele Fasern von anderer Richtung, über welche *Ganser* keine Aufschlüsse giebt. Auch beim Maulwurfe ist das *Luys*'sche Organ sehr reich an Gefässen, die ein ausserordentlich dichtes Netz mit länglichen Maschen bilden und mit ihren Stämmchen ventrodorsalwärts verlaufen.

Eine kurze, aber wichtige Mittheilung über den *Luys*'schen Körper verdanken wir *J. Stilling* (Med. Corr.-Bl. 1878 Nr. 22 und Untersuchungen über den Bau der optischen Centralorgane, Th. I 1882). Derselbe nennt denselben *Nucleus amygdaliformis* und giebt als Novum an, dass ein ziemlich beträchtlicher Theil der Opticusfasern aus diesem am Hirnschenkel gelegenen Kerne entspringe und bogenförmig umbiegend zu demselben gelange. In welcher Weise *J. Stilling* zu dieser Anschauung kam, war aus seiner ersten Mittheilung, die von keinen Abbildungen begleitet war, nicht zu ersehen, weshalb dieselbe auch keine weitere Beachtung fand (s. *Henle*, Neurologie 2. Aufl. S. 299). In seiner zweiten grösseren Arbeit sind nun Abbildungen und genauere Darstellungen enthalten und ergiebt sich aus denselben, dass *J. Stilling* wirklich Fasern des *Tractus opticus* in das *Corpus Luysii* eintreten lässt. Welche Bestandtheile des Tractus diesen Verlauf darbieten, darüber wagt *J. Stilling* keinen Ausspruch.

Meine Untersuchungen über den Bau des *Corpus Luysii* gründen sich, abgesehen von Beobachtungen an Erwachsenen, in erster Linie auf die Prüfung von Entwickelungsstadien desselben bei menschlichen Embryonen. Bei solchen ergab sich nun mit voller Bestimmtheit, dass *J. Stilling* im Rechte ist, wenn er einen Theil der Opticusfasern, i. e. des *Tractus opticus*, auf das *Corpus Luysii* bezieht.

Was ich bei menschlichen Embryonen fand, lege ich in Folgendem, der Wichtigkeit der Frage entsprechend, ausführlich dar.

Bei einem menschlichen Embryo von 6 Monaten zeigte das *Corpus Luysii*, das 4,0 mm in der Breite und 1,53 mm in der Dicke mass, die ersten Spuren dunkelrandiger Fasern, ausserdem sehr zahlreiche, oft in Häufchen beisammenliegende kugelige oder leicht eckige, nicht pigmentirte Zellen von 15—22 μ Durchmesser und ein gutes Kapillarnetz mit rundlich eckigen Maschen. Die dunkelrandigen Fasern kamen nur sehr spärlich im lateralsten Theile des Organes vor, von wo aus dieselben bogenförmig oder mit kürzeren, meist schief lateral- und ventralwärts gerichteten Zügen die lateralsten Theile des *Pedunculus cerebri* durchzogen und bis zum *Tractus opticus* gelangten, in dem auch einzelne wenige dunkelrandige Fäserchen sich fanden. Abgesehen von diesen Elementen waren an Querschnitten, die ausser dem *Corpus Luysii* den hintersten Theil des *Thalamus opticus* und die *Commissura posterior* trafen, gar keine dunkelrandigen Fasern vorhanden, während in der Gegend der Oculomotoriuswurzeln ausser diesen auch noch das dorsale Längs-

bündel und die Bogenfasern um das centrale Grau und die Kommissur der Vierhügel selbst dunkelrandige Fasern darboten.

Die bei diesem Embryo von 6 Monaten nur schwach angedeuteten Beziehungen des *Corpus Luysii* zum *Pes pedunculi* und zum Opticus fanden sich nun in der bestimmtesten Weise ausgesprochen bei einem Embryo von 8 Monaten, von dem die Fig. 507, hier 609, ein von mir früher nicht verstandenes Bild giebt. In dieser Figur ist der mit *e* bezeichnete Theil der Hirnschenkelfuss und die an der ventralen Seite desselben gelegene Faserung der *Tractus opticus.* Der Zeichner hat schon hier deutlich dargestellt, wie ein Theil der dunkelrandigen Opticusfasern das laterale Ende des Hirnschenkelfusses durchdringt, um denselben sich herumbiegt und in einer dorsal vom *Pes pedunculi* gelegenen dunkleren Zone sich verliert, welche nichts anderes als das hinterste Ende des *Corpus Luysii* ist. Wendet man stärkere Vergrösserungen an (Fig. 608), so erkennt man einmal, dass der *Pes pedunculi* in dieser Gegend in viele kleinere und grössere Bündel von meist marklosen, z. Th. longitudinal, z. Th. schief und quer verlaufender Elemente zerklüftet ist, zwischen denen in ventro-dorsaler Richtung senkrechte, meist markhaltige Faserbündel verlaufen. Genauer bezeichnet bestehen die Pedunculusbündel, wie ich die ersteren bezeichnen will, in den lateralen Theilen des *Pes pedunculi* im Frontalschnitte aus meist kürzeren schief und quer verlaufenden Elementen und sind durchaus marklos. Je weiter man der Mitte des Pedunculusfusses sich nähert, um so mehr nehmen diese Elemente und zwar früher in den dorsalen Theilen der Pedunculusbündel, als in den ventralen, die longitudinale Richtung an und finden sich in der grösseren, medialen Hälfte nur noch solche Fasern. Zugleich treten unter diesen auch markhaltige Elemente auf, welche jedoch nur in den dorsalsten Theilen der Pedunculusbündel sich finden, und selten in grösserer Anzahl vorkommen. In dem medialen Dritttheile des *Pes pedunculi* fehlen übrigens diese markhaltigen Elemente ganz und gar.

Fig. 608.

Die senkrechten, den *Pes pedunculi* zerklüftenden Faserbündel sind in ihrem lateralen Theile mit Bestimmtheit auf den *Tractus opticus* zurückzuführen und bestehen aus dunkelrandigen, aus den dorsalen Theilen des Tractus sich abzweigenden Fasern. Dieselben treten in grösseren und kleineren Bündeln durch den Hirnschenkelfuss, wobei dieselben alle um so stärker bogenförmig sich umbiegen, je weiter lateralwärts dieselben liegen

Fig. 608. Querschnitt durch das *Corp. Luysii* und den *Pes pedunculi* eines menschlichen Embryo von 8 Monaten. Nr. 277b bei S. I. Oc. I. K. T. von *Leitz*. *CL Corpus Luysii; PP Pes pedunculi; Tro Tractus opticus.*

(Fig. 607). Am dichtesten gelagert und am stärksten sind die Opticusbündel, die gerade auf den lateralen Rand des *Corpus Luysii* zustreben. Die noch weiter seitwärts gelegenen sind zwar immer noch stark, stehen jedoch weiter auseinander, so dass hier die Pedunculusbündel am breitesten sind, zugleich beschreiben dieselben auch, je weiter lateralwärts um so stärkere Bogen und gehen z. Th. in die dorsale Markkapsel des *Corpus Luysii* über, z. Th. setzen sich dieselben seitwärts vom *Corpus Luysii* in radiäre Fasern fort, welche gegen die mediale Schleife zu verlaufen und mit andern solchen Elementen, die aus dem *Corpus Luysii* selbst austreten, zusammen eine breite, radiäre Faserung lateralwärts vom rothen Kern darstellen (Fig. 609). In das *Corpus Luysii* eingetreten, zerfallen die Opticusbündel in ihre einzelnen Elemente und verlieren sich zwischen den Zellen des Organes, die jedoch bei diesem Embryo auch nicht entfernt so deutlich waren, wie bei dem oben erwähnten 6 Monate alten. In ihrem Verlaufe durch den *Pes pedunculi* geben die Opticusbündel sehr häufig Fasern ab, die schief verlaufend bald aufhören und in andere Ebenen übertreten, so dass die betreffenden Bündel manchmal wie kammartig, meist einseitig medianwärts mit Nebenausläufern besetzt sind.

Während im lateralen Theile des *Pes pedunculi* die senkrechten Faserbündel in ihrem ganzen Verlaufe vom *Tractus opticus* abstammende markhaltige Elemente führen, findet sich im grösseren medialen Abschnitte des Hirnschenkelfusses ein anderes Verhalten. Hier werden die genannten Balken, die besser als senkrechte Septa bezeichnet werden, je länger, um so ärmer an markhaltigen Fasern. Anfangs finden sich solche noch in den ventralsten Theilen der Septa und lassen sich noch mit einiger Wahrscheinlichkeit auf Tractusfasern zurückführen. Bald aber geht dies nicht mehr, der *Tractus opticus* streicht glatt am Hirnstiele vorbei und zeigen hier die Septa immer mehr nur in ihrem dorsalsten Theile dunkelrandige Fasern, während ihre ventrale grössere Hälfte von solchen ganz frei ist. Diese dunkelrandigen Elemente bilden am *Corpus Luysii* wie eine ventrale Markumhüllung, doch ist zu bemerken, dass diese Markplatte fast ausschliesslich aus vertikalen in den *Pes pedunculi* eintretenden Fasern besteht, die genauer bezeichnet, wie viele pinselförmige in das *Corpus Luysii* ausstrahlende Faserbüschel sich darstellen. Je weiter man übrigens dem medialen Rande des *Pes pedunculi* sich nähert, um so spärlicher und faserärmer werden diese Büschel und zuletzt verlieren sich dieselben ganz, so dass das *Corpus Luysii* hier keine markhaltige geschlossene Kapsel besitzt, obschon die markhaltigen

Fig. 609.

Fig. 609. Querschnitt durch den vorderen Vierhügel und den Hirnstiel eines menschlichen Embryo von 8 Monaten. Nach *Pal* gefärbt, 4mal vergr. *Fr Fasciculus retroflexus*; *K* Kern der *Commissura posterior*; *a* Aquaeductus; *b* grauer tiefer Vierhügelkern?; *c* tiefe Bogenfasern der Vierhügel; *d Lemniscus lateralis*; *d' Lemniscus medialis*; *e* Hirnstiel und *Tractus opticus*; *r* rother Kern; *vV* vorderer Vierhügel.

Fasern an dieser Seite erheblich weiter gehen als an der dorsalen Seite, was hier nachträglich noch bemerkt werden soll.

Die Elemente aller dieser dorsalen Büschel des *Pes pedunculi* verlieren sich da, wo das *Corpus Luysii* ausgebildet ist, in diesem selbst, weiter spinalwärts in der Gegend der *Substantia nigra*, indem sie in ihre einzelnen Elemente auseinandertreten.

Die bisherige Beschreibung passt nur für die hinteren spinalwärts gelegenen Gegenden des *Corpus Luysii*, höher oben oder cerebralwärts, wo nach und nach der Linsenkern auftritt, und der *Tractus opticus* verschwindet, ändern sich die Verhältnisse sehr wesentlich. Der *Pes pedunculi* verlängert sich und verschmälert sich an seinem lateralen Ende und wird nach und nach zur *Capsula interna*. An seiner ventralen Seite tritt zur Zeit, wo noch der *Tractus opticus* sichtbar ist, annähernd eine dreieckige, jedoch nicht scharf begrenzte Ansammlung markhaltiger Fasern auf, die mit den Opticusfasern

Fig. 610.

sich kreuzend wie Abzweigungen ihrer in die Septa des *Pes pedunculi* eintretenden Bündel erscheinen, jedoch offenbar von einer anderen Seite herkommen (Fig. 610 rechts von *PP*). Indem diese Fasern, die ein unregelmässiges Gewirr bilden, obschon dieselben im Allgemeinen ventralwärts und schief lateral und medianwärts verlaufen, an Menge zunehmen, tritt an ihrer lateralen Seite der *Globus pallidus* des Linsenkernes auf (Gbp^1) und von nun an sondern sich die genannten Fasern bald so, dass dieselben eine einfache oder doppelte *Lamina medullaris* bilden und den inneren oder die zwei Glieder des erwähnten Kernes begrenzen. Indem dies geschieht, ändern sich auch die Verhältnisse des *Pes pedunculi* sehr wesentlich; während früher nur die lateralen Septa, die mit dem *Tractus opticus*

Fig. 610. Frontalschnitt des *Corpus Luysii* eines menschl. Embryo von 8 Monaten. Ger. Vergr. Syst. I. Oc. I. K. T. Nr. 290a. *Leitz*. *Al Ansa lenticularis*; *Ch Corpus Luysii*; *Ci Capsula interna*; Glp^1 Glp^2 erstes und zweites Glied des *Globus pallidus*; *PP Pes pedunculi*.

zusammenhängen, in ihrer ganzen Höhe markhaltige Fasern zeigten, treten solche in allen Septen bis zu den medialsten Theilen des Pedunculus auf und ergiebt sich nun sehr deutlich, dass die Pedunculusbündel sehr klein und rundlich sind, so dass mithin die Septa mehr in Form eines Maschennetzes angeordnet erscheinen (Fig. 610). Eine weitere Eigenthümlichkeit dieser Gegend ist die, dass nun längs des ganzen ventralen Randes des *Pes pedunculi* eine dunkle Zone von Nervenfasern sich ausbildet, die wesentlich aus Querschnitten von solchen besteht, und kleine Bündel in den *Globus pallidus* entsendet. Diese Zone wird medianwärts immer breiter und löst sich allmählich in eine Lage bogenförmig verlaufender Fasern auf, die endlich an der medialen Seite des Hirnschenkels einen besonderen Zug bilden, der einerseits lateralwärts von der *Columna fornicis* sich verliert, andererseits mit der inneren *Lamina medullaris* des *Globus pallidus* zusammenhängt, und nichts anderes darstellt als die Linsenkernschlinge (Fig. 610 *Al*).

Am obersten cerebralen Ende des *Corpus Luysii* ist der *Pes pedunculi* schon sehr schmal geworden, und die Blätter desselben mit markhaltigen Fasern viel zarter und

Fig. 611.

dünner. Alle Bündel derselben treten mit schiefen Umbiegungen in den *Luys*'schen Körper hinein und verlaufen in demselben, indem sie in ihre einzelnen Elemente sich trennen, medianwärts, um in der Gegend des medialen Randes des *Pes pedunculi* sich spurlos zu verlieren. An der ventralen Seite des Hirnschenkelfusses finden sich hier viele Querschnitte kleiner Bündel dunkelrandiger Fasern, die in den Linsenkern eindringen, aber mit der Linsenkernschlinge nicht zusammenhängen, welche nun viel deutlicher ist, als weiter distalwärts, aber in ihrem weiteren Verhalten auch nicht zu ergründen ist.

Fig. 611. Frontalschnitt durch die Vierhügelgegend des Gehirnes eines menschl. Embryo von 9 Monaten. Ser. VI. Nr. 357. 3 : 1. *Weigert*. *Cgl Corpus geniculatum laterale; Cgm Corpus geniculatum mediale; CM Commissura Meynert; Cmd Corpus mammillare; Cmv Tuber cinereum; FM Fasciculus Meynert; Ll Lemniseus lateralis; Lm Lemniscus medialis; ND* Kern von *Darkschewitsch*; *Nr Nucleus ruber*; *PP Pes pedunculi*; PP^1 markhaltiger Theil desselben; *Pth Pulvinar thalami*; *Tro Tractus opticus;* Tro^1 Theil des *Tractus*, der in das *Corpus geniculatum mediale* und *laterale* und das *Corpus Luysii* eingeht.

An allen Frontalschnitten dieses Embryo (Fig. 608) waren im Bereiche des *Corpus Luysii* und des rothen Kernes sehr deutlich und von dunkelrandigen Fasern gebildet: 1. Das *Meynert*'sche Bündel oder der *Fasciculus retroflexus*; 2. die Bogenfasern des lateralen Grau des Aquaeductus; 3. die *Commissura posterior*; 4. der *Fasciculus longitudinalis dorsalis;* 5. der *Lemniscus medialis* und ein kleiner Theil des *Lemniscus lateralis*; 6. die Ausstrahlung des rothen Kernes lateralwärts in den Thalamus; 7. ein Theil der *Radiatio thalami optici.*

Endlich habe ich noch über das *Corpus Luysii* und seine Beziehungen zum *Tractus opticus* von einem beinahe ausgetragenen Embryo zu berichten, dessen Grösse am besten aus den dreimal vergrösserten Zeichnungen Figg. 611 und 612 zu entnehmen ist. Bei der speziellen Beschreibung kann ich mich kürzer fassen und erwähne vor allem nur das, was von den Verhältnissen des Embryo von 8 Monaten abweicht. Hier ist in erster Linie zu bemerken, dass der laterale Theil des *Pes pedunculi* ein ziemlich grosses annähernd dreieckiges Feld von dunkelrandigen Fasern zeigte, dessen Elemente an

Fig. 612.

Frontalschnitten zum Theil quer, zum Theil schief getroffen waren und eine quere und schiefe Strichelung des betreffenden Feldes erzeugten. Diese markhaltige Zone der Hirnstiele lässt sich bis zum cerebralen Ende der Brücke verfolgen und steht da theils mit Fasern, die dem lateralen Theile des *Lemniscus medialis* entstammen, theils aus der *Substantia nigra* herkommen, in Verbindung. Im Hirnstiele selbst bildet diese Zone eine dreieckige Platte, deren ventraler Rand die Oberfläche des *Pedunculus* erreicht, während der mediale Rand schief abgeschnitten ist, wie in der Fig. 611 und die laterale Begrenzung dorsal- und lateralwärts in einen zungenförmigen Vorsprung ausläuft.

Vom *Tractus opticus* habe ich von diesem Embryo in erster Linie zu erwähnen, dass an demselben ein dorsaler Abschnitt, den ich für die *Meynert*'sche Kommissur halte, ungemein deutlich ist (Fig. 611), und dass an passenden Schnitten leicht zu sehen

Fig. 612. Frontalschnitt des Sehhügels eines menschl. Embryo von 9 Monaten. Ser. VI. Nr. 383b. 3 : 1. Buchstaben wie in Fig. 608. Ausserdem *Cf Columna fornicis; CL Corpus Luysii; Cp Commissura posterior; Fm Fasciculus Vicq d'Azyr; FM Fasciculus Meynert; Nl Nucleus lateralis thalami; Nm Nucleus medialis thalami; VIII Ventriculus III.*

ist, dass vor allem dieser Theil der Tractusfasern es ist, der in das *Corpus Luysii* eingeht. An distalen Schnitten, in denen das *Corpus Luysii* eben an der lateralen Seite des *Pes pedunculi* auftritt, liegen die Tractusfasern, die den *Pes pedunculi* durchsetzen, an der lateralen Seite des markhaltigen Pedunculusbündels; weiter cerebralwärts durchsetzen sie auch dieses Bündel und zerklüften dasselbe. In noch höheren Schnitten, in denen, wie beim Embryo von 8 Monaten, markhaltige Bündel auch die Mitte des *Pes pedunculi* und seine medialen Theile durchsetzen, ist dann aber der Nachweis nicht mehr zu geben, dass auch diese Bündel vom *Tractus opticus* abstammen (Fig. 611).

Ausser in das *Corpus Luysii* lassen sich bei diesem Embryo mit Leichtigkeit auch dorsale Tractusfasern in das *Corpus geniculatum mediale* und ventrale solche in Menge in das *Corpus geniculatum laterale* verfolgen (Fig. 611). Ausserdem finde ich bei diesem Embryo, ebenso wie bei dem jüngeren von 8 Monaten ungemein deutlich Fasern des lateralen Theiles des *Lemniscus lateralis* schief am *Corpus geniculatum mediale* vorbei auf das laterale Ende des *Pes pedunculi* zu verlaufend, so dass es oft den Anschein gewinnt, als ob diese Fasern unmittelbar in die *Tractus opticus*-Fasern übergingen, die den lateralen Theil des *Pes pedunculi* durchsetzen. Wahrscheinlicher ist mir, dass diese Fasern im weiteren Verlaufe in die innere Kapsel und in das grosse Gehirn eintreten. Andere Elemente des *Lemniscus medialis* dringen zwischen dem rothen Kerne und dem *Corpus Luysii* gegen dieses vor und verlieren sich in ihm. Diese Fasern bilden, wo sie deutlich sind, eine parallele, fast genau dorso-ventral verlaufende Streifung, die an der lateralen Seite in die vorhin erwähnte übergeht, und an der medialen Seite schief medianwärts verläuft. So scheint sich nach und nach der ganze *Lemniscus medialis* zu erschöpfen, doch erhält sich die Hauptmasse desselben dicht am rothen Kerne am längsten. Die Querbündel (Fig. 611), die den dorsalsten Theil des Lemniscus in dieser Gegend darstellen, betrachte ich als den letzten Rest des *Lemniscus lateralis* und waren dieselben in dem Schnitte Fig. 612 nicht mehr aufzufinden, ohne dass sich sagen liess, was aus ihnen geworden. Ueber den *Fasciculus longitudinalis dorsalis* dieses Embryo und seine letzten Schicksale habe ich schon früher berichtet.

Die Linsenkernschlinge ist an diesem älteren Embryo viel deutlicher als bei dem achtmonatlichen und lässt sich an der lateralen Seite der *Columna fornicis* bis zur Gegend des *Vicq d'Azyr*'schen Bündels verfolgen (Fig. 612). Hierbei wird dieselbe von Fasern gekreuzt oder durchbrochen, die aus dem medialen Rande des *Luys*'schen Körpers ausstrahlen und deren Ende auch hier nicht zu ermitteln war.

Gehen wir nun mit dieser Kenntniss des *Corpus Luysii* des Embryo an das Studium desselben beim Erwachsenen, so finden wir in vielen Beziehungen übereinstimmende Verhältnisse. Einmal stehen auch hier das *Corpus Luysii* und der Hirnstiel durch viele scheinbar radiär den letzteren durchsetzende Faserbündel in Verbindung, welche z. Th. in das Innere des *Luys*'schen Körpers dringen, z. Th. an der lateralen Ecke desselben in sein dorsales Mark sich umbiegen. Untersucht man diese Bündel, die ich die durchbohrenden *(Fasciculi perforantes)* heisse, genauer bei mittleren und stärkeren Vergrösserungen, so erkennt man leicht, dass dieselben nicht einfach senkrecht den Hirnstiel durchbohren, sondern schief bogenförmig mit starker, lateralwärts gerichteter Konvexität denselben durchziehen und dass diese Bogenfasern zwischen den lateralwärts und dorsalwärts verlaufenden Hirnstielfasern so angeordnet sind, dass sie viele blattförmige Züge bilden. Diese Blätter werden nun in Frontalschnitten in kurze Segmente zerfällt und erzeugen so den Anschein von senkrecht durchziehenden Septa, welcher dadurch um so täuschender wird, dass die Bogenfasern an *Weigert*schen Präparaten in der Regel viel intensiver gefärbt sind als die Hirnschenkelelemente (Figg. 604, 607).

Woher stammen nun diese eigenthümlichen *Fasciculi perforantes* und wie verhalten sich dieselben in verschiedenen Gegenden des *Corpus Luysii*? Mit

Bezug auf die erste Frage habe ich beim Erwachsenen die Ueberzeugung gewonnen, dass dieselben vom *Tractus opticus* entspringen, doch ist es mir bisher nicht gelungen, nachzuweisen, ob nur die *Meynert*'sche Kommissur oder auch Theile des Tractus selbst, d. h. die *Gudden*'sche Kommissur, es ist, welche dieselben liefern. Die Fig. 586 stellt das dar, was hier zu sehen ist. Der *Tractus opticus* spaltet sich in zwei Bündel, ein kleineres dorsales und ein grösseres ventrales und von dem ersteren gehen die Bogenfasern aus, die, den Hirnstiel durchdringend, in die Bündel übergehen, die von der lateralen Ecke des *Corpus Luysii* aus theils in das dorsale Mark desselben, theils in sein Inneres, theils auch in die ventrale Markschicht sich fortsetzen. In dieser Weise erscheinen die Verhältnisse, so lange als das *Corpus Luysii* mässig entwickelt ist, und zeigen sich auch die *Fibrae perforantes* in diesen Gegenden nur in den lateralen Theilen des *Pes pedunculi*.

Mit der weiteren Grössenzunahme des *Corpus Luysii* nach vorne zu in der Gegend des Auftretens der *Corpora mammillaria* ändern sich nun die Verhältnisse insoweit, als auch das Bündel H^2 von *Forel* oder das Haubenbündel aus dem Linsenkern von *Wernicke* (Gehirnkrankheiten I, S. 57 ff.) an der Bildung der durchbohrenden Fasern sich betheiligt (Fig. 604), wie dies schon oben beim rothen Kerne erwähnt wurde. Diese Betheiligung wird nun um so weiter nach vorne, um so stärker und ist bei noch gut entwickeltem *Corpus Luysii* so stark, wie die Fig. 604 dies zeigt. Sowie das *Corpus Luysii* schwindet, liefert das genannte Bündel H^2 allein die *Fibrae perforantes*, welche nun nach und nach den sich immer mehr verkleinernden Rest des Hirnstieles ganz und gar durchdringen (Fig. 598). Ob auch diese *Fibrae perforantes* noch mit dem *Tractus opticus* zusammenhängen, ist schwer zu entscheiden. Ich glaube zu finden, dass im Anfange noch solche Beziehungen vorhanden sind, dass dann aber, etwa von dem Stadium der Fig. 605 an die *Fibrae perforantes* in die aus dem Linsenkerne sich entwickelnde Linsenkernschlinge übergehen (Fig. 598) und endlich in dieser aufgehen (Figg. 591, 592, 596). Wenn dem so wäre, so würde 1. die Linsenkernschlinge den Linsenkern durch das Bündel H'' von *Forel* mit dem rothen Kerne und vielleicht mit dem Kleinhirne verbinden und 2. das *Corpus Luysii* als Endpunkt von Theilen des *Tractus opticus* (*Meynert*'sche oder *Gudden*'sche Kommissur oder beide) erscheinen.

Bei den *Corpora Luysii* kommt nun aber noch die Kommissur in Betracht, welche die Fig. 607 darstellt, die *Ganser* als *Decussatio subthalamica posterior* bezeichnet und die auch die *Forel*'sche heissen könnte, da dieser Autor (s. *y* in Fig. 11 und Fig. 12 S. 81 u. 90) dieselbe wohl schon gesehen hat. Genauer abgebildet wurde dieselbe von *Schnopfhagen* in seiner Fig. 5_2 und 4_2 und von *Ganser* (Figg. 20, 24 *dp*, S. 689).

Diese Kommissur ist, wie meine Fig. 607 lehrt, eine verwickelte Bildung und stammen deren Elemente theils von den Bündeln H^1 und H^2 von *Forel* (dorsales Mark der *Regio subthalamica* von *Ganser*) theils vom *Corpus Luysii*. Die ventralen Bündel meiner Figur lässt *Schnopfhagen* aus der Hirnschenkelschlinge abstammen, die in dieser Gegend gar nicht vorhanden ist, und scheint mir die Deutung derselben als Kreuzung der Fornixsäule mit *Ganser* richtiger zu sein. Im Uebrigen ist zu bemerken, dass es nicht angeht, die Fasern aus dem *Corpus Luysii* und aus den Bündeln *H* genau auseinanderzuhalten und dass ich es

nicht für unmöglich halte, dass die *Corpora Luysii* mit dem gekreuzten rothen Kerne zusammenhängen.

Bei der Schwierigkeit, die genauen Beziehungen der *Corpora Luysii* zu den benachbarten Theilen zu ermitteln, wäre es sehr erwünscht, wenn Experimente oder pathologische Erfahrungen vorlägen, die die Lücke in unseren Kenntnissen auszufüllen gestatteten. Leider ist die Ausbeute nach dieser Seite sehr gering. Von Experimenten liegen nur zwei von *v. Monakow* vor (s. *Mahaim* in Arch. f. Psych. Bd. XXV, S. 27), eines beim Kaninchen und eines beim Hunde, die zu beweisen scheinen, dass Defekte im *Corpus striatum* eine Atrophie des *Corpus Luysii* erzeugen, in welcher Beziehung jedoch zu bemerken ist, dass *Forel* die Anwesenheit eines *Corpus Luysii* beim Kaninchen leugnet und dass auch *v. Monakow* seiner Aeusserung auf S. 541 Arch. f. Psych. XVI zufolge in dieser Beziehung seiner Sache nicht ganz sicher ist. Nach meinen Beobachtungen ist es übrigens unzweifelhaft, dass das Kaninchen, die Katze, Maus, und Ratte, entgegen den Angaben von *Forel*, ein gut entwickeltes *Corpus Luysii* besitzen. Das Hundegehirn kenne ich in dieser Beziehung nicht, doch zeichnet *Edinger* 4. Aufl. in seiner Fig. 69 ein kleines *Corpus Luysii* von diesem Thiere. Von pathologischen Erfahrungen hat *Mahaim* zuerst in einem Falle von Zerstörungen im *Nucleus caudatus* und *Putamen* beim Menschen und Erkrankungen vieler Theile der Rinde (l. c.) eine absteigende Degeneration der Rindensehhügelfasern, der Kerne des *Thalamus* und der *Regio hypothalamica* gefunden, namentlich auch eine hochgradige Atrophie des *Corpus Luysii* der kranken Seite, welche er von engen Beziehungen zwischen diesem Körper durch Vermittlung der Linsenkernschlinge mit dem *Nucleus caudatus* und *Putamen* ableitet. Bemerkenswerth ist ferner, dass die *Meynert*'sche Kommissur auf beiden Seiten intakt war, was somit beweisen würde, dass die Tractusfasern, die nach meinen Erfahrungen in den *Luys*'schen Körper eindringen, nicht von dieser Kommissur abstammen, sowie dass auch eine andere Aufstellung von *Darkschewitsch* und *Pribitkow* (Neur. C.-Bl. 1891, S. 417), der zufolge diese Kommissur den Linsenkern mit dem gekreuzten *Luys*'schen Körper verbindet, nicht stichhaltig ist.

Nach meinen Beobachtungen bei Embryonen des Menschen muss ich eine Beziehung der *Meynert*'schen Kommissur zum *Corpus Luysii* für unzweifelhaft halten und möchte daher doch erst weitere Erfahrungen abwarten, bevor ich die Ergebnisse *Mahaim*'s nach dieser Seite als ganz entscheidend ansehen könnte.

In Betreff des feinsten Baues des *Corpus Luysii* ist an *Golgi*'schen Präparaten bei Thieren (Maus, Ratte) leicht zu sehen, dass die Zellen dieses Körpers dem I. *Golgi*'schen Typus folgen und dass dieselben von reichen Endverästelungen zutretender Fasern umgeben werden. Nehmen wir nun an, dass die Tractusfasern, die in das *Corpus Luysii* eingehen, aus dem *Gudden*'schen Bündel abstammen, so ergeben sich zwei Möglichkeiten, da *Gudden* gezeigt hat, dass sein Tractusbündel mit dem *Corpus geniculatum mediale* und dem hinteren Vierhügel in Verbindung steht. Entweder entspringen die *Gudden*'schen Tractusfasern im *Corpus Luysii* und enden im kontralateralen hinteren Vierhügel oder dieselben nehmen ihren Ursprung im Vierhügel und enden im *Corpus Luysii*. In Anbetracht dessen, was die Untersuchung des hinteren Vierhügels ergiebt, dass nämlich viele im Arme desselben zu ihm gelangende Fasern in seinem Kerne in feine Verästelungen sich auflösen, erscheint es wahrscheinlicher, dass

das *Gudden*'sche Tractusbündel hier endet und im *Corpus Luysii* entspringt. In diesem Falle ergeben sich als zuleitende Fasern zum *Corpus Luysii* diejenigen, welche aus der *Capsula interna* und aus dem *Nucleus lenticularis* in dasselbe eindringen und würden die Ergebnisse der Experimente von *v. Monakow* und der Fall von *Mahaim* ganz gut zu dieser Annahme stimmen. Die Kommissur der *Corpora Luysii* könnte dann als einfache Kommissur aufgefasst werden. Die ganze Bahn Streifenhügel-*Corpus Luysii, Corpus Luysii*-hinterer Vierhügel liesse sich in diesem Falle als eine centrifugale Leitung auffassen, die in letzter Linie durch die Bogenfasern des Vierhügels auf tiefere motorische Kerne (*Oculomotorius*, *Trochlearis*, *Abducens, Facialis, Quintus descendens*) einwirken könnte.

D. *Ganglion habenulae* und *Meynert*'sches Bündel; *Taenia thalami optici, Corpus pineale, Ganglion interpedunculare.*

§ 164.

Die hier zu besprechenden Theile sind in der Vor-*Golgi*'schen Zeit am genauesten von *Ganser* und *Honegger* untersucht worden (s. die Anmerkung), welchen Beobachtungen aus neuester Zeit zwei von *v. Gehuchten* und *S. Ramón* mit der *Golgi*'schen Methode und eine von *Lotheisen* an *Weigert*-schen Färbungen anzureihen sind. Zum richtigen Verständnisse schildern wir in erster Linie die hier vorkommenden Faserzüge und grauen Massen und dann erst die Beziehungen derselben zu den zelligen Elementen.

Beim Kaninchen, der Maus und der Katze, deren Verhältnisse ich am genauesten untersucht habe, besteht das von *Meynert* zuerst genauer beschriebene *Ganglion habenulae*, wie *Nissl* und *Ramón* ebenfalls nachwiesen, aus zwei besonderen Abtheilungen, die ich als medialen und lateralen Kern bezeichnen will. Der letztere enthält grössere langstrahlige Elemente, während der mediale durch kleine Zellen ausgezeichnet ist, deren Dendriten meist nur nach einer Seite verlaufen. Ausser dem *Ganglion habenulae* finde ich nun noch einen Kern, der mit der *Stria medullaris* in Beziehung zu stehen scheint und den ich *Nucleus intermedius* nennen will. Derselbe liegt (Fig. 613 *Ni* und Fig. 670 in § 167) ganz am vorderen Theile des *Thalamus* zwischen der *Stria* und dem *Nucleus anterior thalami* als eine schmale elliptische oder birnförmige Masse grosser Nervenzellen, aus der ein Faserzug medianwärts und rückwärts gegen die *Stria* abgeht.

Was nun die *Stria medullaris* s. *Taenia thalami* selbst betrifft, so unterscheide ich an derselben 1. das Hauptbündel, das in sagittaler Richtung an der medialen dorsalen Kante der Sehhügel verläuft, 2. die sog. Zirbelstiele, die wesentlich in die Kommissur der *Striae* übergehen und 3. die Verbindungen der *Striae* und Zuzüge zu denselben.

Das Hauptbündel der Stria kann nur an Frontalschnitten in seinem Verhalten richtig gewürdigt werden. Bei der Katze erscheint dasselbe da, wo das *Ganglion habenulae* auftritt, als ein gekrümmtes, kommaförmiges Bündel, das an der lateralen und dorsalen Seite beider Habenulaeganglien seine Lage hat. Im weiteren Verlaufe werden die Ganglien auch an der medialen Seite von einer markigen Rinde umfasst, und tritt der *Fasciculus Meynert* verbreitert mit

der ventralen Fläche der gesammten Ganglienmasse in Verbindung und sendet auch ein dünnes Blatt zwischen beide Kerne hinein. Nach und nach wird nun die ganze Ganglienmasse von Nervenfasern durchzogen, doch bleibt stets ein Gegensatz zwischen einem dorsalen breiten Bande von querdurchschnittenen Längsfasern und den tieferen vorwiegend in Längsansichten verlaufenden Elementen die wesentlich in den *Fasciculus Meynert* übergehen und wie kelchartig die gesammte Ganglienmasse an der ventralen Seite umfassen, auch im Innern oft bogenförmig wie einen besonderen centralen kreisrunden Kern umgrenzen, der jedoch dem medialen Kerne zuzurechnen sein möchte. Im lateralen Theile des ventralen Umkreises finden sich auch viele Querschnitte, die vorderen Ursprungsfasern des *Fasciculus Meynert* angehören. In allen Gegenden, in denen das *Ganglion habenulae* vorhanden ist, stellt die *Stria medullaris* selbst eine schief oder quer stehende Platte von Querschnitten dar, die am medialen Rande ihre grösste Dicke besitzt und dorsalwärts konvex erscheint. Da, wo dagegen jede Spur der Ganglienmasse verschwunden ist, erscheint die *Stria* erst nach der Dorsalseite konvex gebogen, um endlich wieder mehr seitlich gelagert eine mehr keulenförmige Gestalt anzunehmen. In diesem Verlaufe nimmt die *Stria* entgegen den Annahmen vieler Autoren von hinten nach vorn an Dicke zu, wie beifolgende Tabelle, die sich auf die Katze bezieht, unzweifelhaft beweist.

	Breite d. *Gangl. haben.* sammt der *Stria* mm	Dicke derselb. Theile mm	Breite d. *Stria* allein mm	Dicke derselben mm
Nr. 280	1,56	1,42	0,85	0,25—0,51
„ 282	1,71	1,56	0,85	„
„ 287	1,85	1,50	0,99	„
„ 301	1,53	1,07	1,14	0,34—0,51
„ 318	verschwunden	—	0,93	0,42—0,79
„ 323	—	—	1,56	0,57 in der Mitte
„ 332	(dicht am Uebergange d. *Stria* in d. *Columna fornicis*)		1,71	0,57 „ „ „

In den eben besprochenen Frontalschnitten von der Katze fanden sich nun, abgesehen von den Zirbelstielen, deren Verhältnisse nicht gut erhalten waren folgende andere mit den *Striae* verbundene Fasermassen:

Erstens ein lateraler aus dem *Thalamus* kommender Faserzug, der in der Gegend des *Ganglion habenulae* an der lateralen Seite des *Fasciculus Meynert* an die ventrale Seite des lateralen Ganglion herantrat und in demselben sich verlor (Nr. 301) oder der eigentlichen *Stria* sich anschloss (Nr. 280).

Zweitens ein vom *Stratum zonale* des *Thalamus* abstammendes, in die laterale dorsale Ecke der *Stria* übertretendes meist ziemlich zartes Bündel, das in gewissen Gegenden in die laterale oberflächliche Markmasse des Ganglion überging und nicht weiter zu verfolgen war, in vorderen Gegenden jedoch einfach den Längsfasern der *Stria* sich anschloss.

Ueber das vordere Ende der *Stria* gab meine Serie keine ganz bestimmte Auskunft, nur liess sich soviel erkennen, dass in den vordersten Schnitten in der Nähe der *Commissura anterior* ein bedeutender Theil ihrer Fasern ventralwärts verlief, Elemente, von denen im Folgenden weiter die Rede sein wird.

Weitere Aufschlüsse über die *Stria medullaris* und die benachbarten Theile gab mir eine Serie von Horizontalschnitten des Katzengehirnes. An diesen bestimmte ich die grösste Länge des *Ganglion habenulae* (Nr. 72) auf 3,7 mm und die grösste Breite auf 1,70 mm, von der das meiste, über 1,14 mm auf das laterale Ganglion kam. Die *Stria* mass in diesem Schnitte in der Breite 1,1 mm. Von besonderen Beziehungen ergaben sich folgende:

Erstens ging die *Stria* unmittelbar in den Stiel der Zirbel über, der jedoch nur mit wenigen Fasern in die Zirbel eindrang, vielmehr als eine Kommissur beider *Striae* sich ergab, an der ein oberflächlicher und ein tiefer Theil zu unterscheiden war, wie *Lotheisen* mit Recht annimmt.

Fig. 613.

Zweitens treten an das *Ganglion habenulae* in bedeutender Menge Fasern aus dem *Thalamus* (Fig. 613). Von diesen stammt der hintere Abschnitt aus dem Stabkranz des *Thalamus*, zieht an der lateralen Seite des *Ganglion habenulae* rückwärts und scheint zum Theil auch in die Kommissur der Zirbel einzutreten (Nr. 61). Ein vorderer Theil solcher Fasern kommt von dem oben genannten *Nucleus intermedius* (Fig. 613), die an Horizontalschnitten sehr deutlich sind (Nr. 76).

Fig. 613. Horizontalschnitt des *Thalamus* der Katze. Nr. 69. 10 : 1 und verkleinert. *Cgl Corpus geniculatum laterale*; *Cgw Corpus geniculatum mediale; Gh Ganglion habenulae; Glp Glandula pinealis; Nd Nucleus dorsalis thalami* (vorderer dorsaler Kern von *Nissl*); *Ni Nucleus intermedius mihi*; *Nl Nucleus lateralis* (lateraler hinterer Kern von *Nissl*) *Nmed Nucleus medialis* (mittlerer hinterer Kern von *Nissl*); *Qa* vorderer Vierhügel; *Rth Radiatio thalami*; *Strm Stria medullaris.*

Drittens lassen sich auch an Horizontalschnitten Verbindungen mit dem *Stratum zonale* des *Thalamus* erkennen. Besonders deutlich aber ist an solchen Präparaten die Verbindung mit den *Columnae fornicis*. Doch ergeben dieselben über das Genauere dieser Vereinigung keinen Aufschluss. Immerhin ergiebt sich aus einer Messung des Querschnittes der *Columnae fornicis*, dorsal von der Vereinigungsstelle und ventral von derselben, dass ein sehr bedeutender Theil der Stria mit der Columna dorsalwärts weiter verläuft. Ferner lehrt eine genaue Prüfung der Flächenschnitte, dass nicht die ganze *Stria* an den *Fornix* sich anschliesst, vielmehr ein Theil derselben lateralwärts von der *Columna* für sich ventralwärts weiter zieht. Wie dieser Abschnitt im Einzelnen sich verhält, wird sich bei der bald folgenden Besprechung der sagittalen Längsschnitte vom Kaninchen ergeben.

Vom Kaninchen standen mir vier Serien *Weigert*'scher Präparate, zwei von Frontalschnitten, eine von Horizontal- und eine von Sagittalschnitten zur Verfügung und erlaubten diese sich ein vollständiges Bild von dem Verhalten der *Stria medullaris* zu machen.

An Frontalschnitten erkannte man leicht, dass die *Stria* von der Seite her aus dem *Stratum zonale* Zuwachs bekommt und zwar zeigte sich dieser am deutlichsten am hintersten Theile desselben im Bereiche des *Ganglion habenulae*. Andere Fasern kommen tiefer aus dem Innern des *Thalamus* von der Seite her an die *Stria* heran, die vielleicht ebenso wie die oberflächlichen auch auf den *Tractus opticus* zu beziehen sind. Die ventralsten dieser Fasern schliessen sich an den *Fasciculus Meynert* an, gehören aber nicht zu demselben. Weiteren Zuwachs erhält der hinterste Theil des *Ganglion habenulae* durch vertikal aufsteigende Fasern, die aus den medialen Theilen

Fig. 614.

Fig. 614. Horizontalschnitt des *Thalamus* und der vorderen Vierhügel des Kaninchens. Nr. 102b. 5 : 1. *Bo Bulbus olfactorius*; *Ca Commissura anterior*; *Ce Capsula externa*; *Cf Columna fornicis*; *Cgl Corpus geniculatum laterale*, dahinter das *Corpus geniculatum mediale*; *Ci Capsula interna*; *Cp Commissura posterior*; *FM Fasciculus Meynert*; *Fm Fasciculus thalamo-mammillaris (Vicq d'Azyr)*; *Lml Lamina medullaris lateralis*; *Nln Nucleus lenticularis*, Linsenkern; *Nmed Nucleus medialis* (medialer hinterer Kern *Nissl*; *Qa* vorderer Vierhügel; *Strm Stria medullaris*; *Tr.olf Tractus olfactorius lateralis*; *dG* dorsaler Gitterkern *Nissl*; *hl* hinterer lateraler Kern *Nissl*; *vG* ventraler Gitterkern *Nissl*.

des *Thalamus* in den ventralen Theil des Ganglion eintreten, in dem sie wie an den *Fasciculus Meynert* sich anschliessen. Diese Fasern stellen zartere Bildungen dar, lassen sich aber doch in gewissen Fällen bis in die Höhe des *Fasciculus thalamo-mammillaris* verfolgen, gehen an der medialen Seite desselben durch und hängen vielleicht mit einer zarten vertikalen Faserung zusammen, die bis in die Gegend zwischen den *Columnae fornicis* gegen den Boden der dritten Hirnhöhle zu verfolgen ist.

Ungemein deutlich ist beim Kaninchen an Frontalschnitten die Zunahme der *Stria medullaris* an Umfang nach vorne zu (siehe die Figuren im § 167). Im Bereiche des hintersten Theiles des *Ganglion habenulae* und in der Nähe der Zirbelstiele besteht dieselbe nur aus wenigen Querschnitten von Markbündeln, die dem Ganglion lateral und dorsal aufliegen und auch aus dem *Stratum zonale* und aus dem Innern des *Thalamus* Zuwachs bekommen, während das Ganglion selbst aus seinen ventralen Theilen den mächtigen, verbreitert entspringenden *Fasciculus Meynert* entsendet. Nach vorne zu nimmt dann aber die Masse der *Stria* rasch zu durch Faserzutritt von der lateralen und wohl auch von der medialen Seite her und ist schon einige Schnitte weiter nach vorn zu an der dorsalen und lateralen Seite bis tief ins Innere hinein von Querbündeln durchsetzt. Dann sammelt sich eine grössere Menge derselben an der dorsomedialen Seite des Ganglion, d. h. dorsal vom medialen kleineren Kerne und medial vom lateralen grösseren Kerne, während zugleich der letztere in seiner ganzen Dicke von feineren und gröberen Querbündelchen durchzogen wird, die im medialen Kerne sozusagen ganz fehlen, während früher einzelne auch in ihm enthalten waren. In dieser Gegend und weiter vorne strahlen nun auch sehr deutliche Bündel aus dem Stabkranze des *Thalamus* in bogenförmigem Verlaufe in die *Stria* lateral- und ventralwärts ein und wird ebenfalls sehr deutlich, dass die ventromediale Faserung (der *Stilus medialis* von *Honegger*) in die *Stria* eintritt und zur Vergrösserung derselben beiträgt. In dieser Gegend finden sich die letzten Reste des *Ganglion habenulae* und sind an denselben und der *Stria* vier Theile zu unterscheiden: 1. eine reine dorsomediale Markmasse, wie früher schon, 2. der von Faserbündeln fast freie mediale Kern; 3. der grosse laterale Kern, der übrigens in seiner medialen Hälfte auch fast keine Zellen mehr enthält und ganz und gar von Bündeln von Querschnitten durchzogen wird und 4. eine laterale grosse Zuwachszone von feinen Querschnitten. Ein paar Schnitte weiter ist jede Spur des *Ganglion habenulae* verschwunden und stellt sich nun die *Stria* als eine nahezu gleichförmige Ansammlung von Querschnitten dar, die immer noch ventrolateral aus dem *Thalamus* erheblichen Zuwachs erfährt und ebenso in geringerem Maasse an der ventromedialen Seite durch den *Stilus medialis*. In dieser Ebene wird nun auch lateral von der *Stria* ein grosszelliger Kern sichtbar, der zu einer Kommissur der *Thalami* in Beziehung zu stehen scheint. Dieser Kern zieht sich beiläufig bemerkt bis zu den vordersten Theilen des *Thalamus* und ist in der Gegend der Vereinigung der *Stria* mit den *Columnae fornicis* noch ziemlich gut erhalten, legt sich allmählich an die dorsale Seite des *Nucleus dorsalis thalami* und schwindet zugleich mit diesem.

Beide Faserstränge, die von der ventralen Seite her an die *Stria* treten, gehen in weiteren Ebenen in eine Fasermasse über, die, lateral von den *Columnae fornicis* gelegen, in einer grossen Ganglienmasse sich verliert, die zwischen dem

medialen Ende der *Capsula interna*, den *Columnae fornicis* und dem *Tractus opticus* ihre Lage hat, in der ich das Ganglion der Hirnschenkelschlinge von *Meynert* oder den Kern des basalen Bündels von *Ganser* zu erkennen glaube. Dicht am *Tractus* liegt übrigens jederseits noch eine platte Ganglienmasse, das *Ganglion opticum basale*, die mit den genannten Fasern möglicherweise auch in Verbindung ist. Im weiteren Verlaufe gestaltet sich übrigens die Fasermasse, die ventral mit der *Stria* sich verbindet, ganz entschieden zur Linsenkernschlinge und zum ventralen Stiele des *Thalamus* und wandelt sich zugleich die *Stria* aus einer Gruppe von Querschnitten in eine Anhäufung von schief absteigenden Fasern um.

Die letzten Schicksale der *Stria*, wie sie an Frontalschnitten erkennbar sind, beruhen darauf, dass dieselbe mit einer bedeutenden Fasermasse mit den *Columnae fornicis* sich verbindet, welche durch diese Vereinigung mächtig anschwellen. Vor ihrer Vereinigung mit der *Stria* misst eine *Columna fornicis* 0,85 : 0,57 mm und nach derselben 1,47 : 1,14 mm.

Horizontalschnitte (Figg. 614, 615) ergeben beim Kaninchen eine Bestätigung vieler der an Frontalschnitten gefundenen Thatsachen, vor allem Verbindungen des *Stratum zonale* und des Stabkranzes des *Thalamus* mit der *Stria*. In letzterer Beziehung waren namentlich viele Thalamusbündel zu den tieferen Theilen des *Ganglion habenulae* zu verfolgen, die z. Th. vom vorderen Thalamusstiele herzukommen schienen, z. Th. vom *Tractus opticus* abstammten. Ferner ergiebt sich an solchen sehr deutlich, dass die *Pedunculi conarii* und die Kommissuren der Zirbel in ihrer Hauptmasse aus der *Stria* stammen, doch glaube ich auch Fasern aus dem *Thalamus* in dieselben verfolgt zu haben. In Betreff der Beziehungen der *Stria* zu den *Columnae fornicis* ergiebt sich an solchen Schnitten (Fig. 616) sehr bestimmt, dass nach der Vereinigung ein Rest der *Stria* weiter ventralwärts zieht, dessen Grösse wenige Schnitte nach der Trennung

Fig. 615.

Fig. 615. Horizontalschnitt des *Thalamus* und der vorderen Vierhügel des Kaninchens. Nr. 91a. 5 : 1. Buchstaben wie in Fig. 614; ferner: *Gh Ganglion habenulae*; *Km* Kern der Mittellinie; *Nc Nucleus caudatus*; *Nd Nucleus dorsalis* (vorderer ventraler Kern, *Nissl*); *Nl Nucleus lateralis (N. ventralis Nissl)*; *Ppin Pedunculus Conarii*; *RTr Radiatio Tractus optici*; *mh* medialer hinterer Kern, *Nissl*; *pl Pars lateralis Commissurae anterioris*; *po Pars olfactoria Commissurae anterioris*; *pp Pars posterior Commissurae anterioris*; *vh* vorderer ventraler Kern, *Nissl*.

0,85 : 0,28 mm betrug, während die *Columna fornicis* 1,0 : 0,65 mass. Oberhalb (dorsal) von der Vereinigungsstelle mass die *Columna fornicis* 1,14 : 0,8 und die *Stria* 1,24 : 0,51, aus welchen Zahlen beiläufig ersichtlich ist, wie viel von der *Stria* in den Fornix übergeht. Ausserdem lässt sich aus denselben auch ableiten, dass der *Fornix* vor der Trennung der *Stria* andere Fasern abgiebt, als welche ich die zum *Septum pellucidum* betrachte.

Am wichtigsten ergaben sich Sagittalschnitte (Figg. 617, 618), indem an denselben die Beziehungen der *Stria* zum *Fornix* am deutlichsten sich darstellten und auch das Verhalten des *Fasciculus Meynert* zum *Ganglion habenulae* sehr bestimmt zum Vorschein kam. Um mit dem letzten zu beginnen, so ergiebt sich, dass das *Meynert*'sche Bündel da, wo es an das *Ganglion habenulae* tritt, sich mächtig verbreitert und pinselförmig in dasselbe ausstrahlt, so dass es die ganze Länge desselben umfasst und nahezu wie ein Kelch erscheint. Von der ventralen Basis des Ganglion aus strahlen dann die mächtigsten Bündel des *Fasciculus Meynert* in den mittleren dicksten und breitesten Theil des Ganglion aus, während die Enden desselben schwächer versorgt werden. Im weiteren Verlaufe zieht das *Meynert*'sche Bündel schief ventralwärts gegen die Brücke zu und endet im *Ganglion interpedunculare* in einer Weise, die später beschrieben werden wird.

Fig. 616.

Was nun das Verhalten der *Stria medullaris* anlangt, so zeigen Längsschnitte (Fig. 617) mit Leichtigkeit, dass dieselbe am vorderen Ende des *Thalamus* an die *Columnae fornicis* sich anschliesst und scheinbar ganz in dieselben übergeht. Verfolgt man jedoch den Verlauf der Striafasern weiter, so ergiebt sich, dass dieselben bei ihrer Verbindung mit dem Fornix in zwei Schenkel sich spalten, einen dorsalen und einen ventralen. Der dorsale biegt sich, wie Ganser zuerst experimentell nachwies und wie auch Lotheisen richtig zeichnet, mit dem Hauptheile seiner Fasern bogenförmig dorsalwärts um und verschmilzt mit dem Fornixsäulchen, während der ventrale anfangs scheinbar auch dem hinteren Rande der Säulchen sich anschliesst, jedoch, wie weitere Schnitte lehren, an der lateralen Seite der Fornixsäule zur Gegend des *Chiasma optici* weiterzieht. Von diesem

Fig. 616. Vom Kaninchen, 91a, horizontal. Ein Theil der Figur 615 stärker vergr. Syst. II. Oc. III. K. T. *Ca Commissura anterior*; *Cf* Säulchen des *Fornix*; *Strm Stria medullaris* mit dem Säulchen verbunden; *Th Thalamus*; *VIII Ventriculus III.*

ventralen Ausläufer giebt *Edinger* eine schematische Zeichnung (Fig. 42) und *Lotheisen* bildet denselben in seinen Figg. 1, 3 und 6 Taf. XIX, XX ab. Auf das Kaninchen passt keine dieser Abbildungen ganz. Ich finde hier (Fig. 618), dass das betreffende Bündel (*Strm'*) fast senkrecht ventralwärts zur Gegend des vorderen Theiles des *Chiasma* zieht. Genauer bezeichnet verläuft das ventrale Striabündel mit schwach Sförmiger Biegung erst etwas spinalwärts und dann wieder oralwärts. Doch ist zu bemerken, dass das Bündel an seinem letzten Ende pinselförmig sich verbreitert und auch mit einzelnen Fasern spinalwärts läuft, welche Elemente somit im Ganzen schief spinal- und ventralwärts ziehen würden.

Bevor wir die Frage erörtern, wo dieses ventrale Striabündel endet, ist noch ein anderer Punkt zu besprechen. Da wo die *Stria medullaris* sich theilt,

Fig. 617.

kommen aus den tiefen Theilen des *Ganglion habenulae* und aus dem ventral von der *Stria* gelegenen Theile des *Thalamus* eine Anzahl Faserbündel, die allem

Fig. 617. Senkrechter Schnitt durch ein Kaninchenhirn lateral vom *Corpus mammillare* Nr. 108a. 5 : 1. *CA Cornu Ammonis; Cf Columna fornicis; Cp Commissura posterior; Cqa Cqp Corpora quadrigemina; DBrc* Kreuzung der Bindearme; *Fl Fornix longus; FM Fasciculus Meynert; Ft Fasciculus tegmenti; Fthm Fasciculus thalamo-mammillaris* (*Vicq d'Azyr*); *Gb Ganglion basale; Gh Ganglion habenulae; Gl Ganglion laterale corporis mammillaris; Lm Lemniscus medialis; Lo Lobus olfactorius; O* Opticus; *P* Pons; *Pcm Pedunculus corporis mammillaris; Ps* Psalterium; *Sp Septum pellucidum; StK* Streifenhügelkopf; *Strm Stria medullaris; Strm*^{1} Verbindung derselben mit der *C. fornicis*; *Vma Velum medullare anterius;* V_{IV} *Ventriculus quartus*; *III* Wurzeln des Oculomotorius; *x* Ausstrahlung des *Pedunculus C. mammillaris.*

Anscheine nach z. Th. an das ventrale Bündel der *Stria* sich anschliessen (Fig. 618). Doch ist es schwer, in dieser Beziehung ganz bestimmte Aufschlüsse sich zu erwerben, weil am hinteren Rande des ventralen Striabündels ein Gewirr von schief und quer durchschnittenen und sagittal verlaufenden Fasern vorhanden ist und hier auch weiter lateralwärts die Einstrahlung der vorderen Stabkranzfasern des *Thalamus* aus der *Capsula interna* sich findet. Sollten die betreffenden Bündel zum ventralen Abschnitte der *Stria* gehören, so würden dieselben unzweifelhaft als Anschlüsse an die *Stria* aus dem *Thalamus* zu deuten sein.

Das Ende des ventralen Striabündels findet sich dicht dorsal von dem *Chiasma* des *Opticus* in der ganzen Länge seiner Verbreiterung und zwar, wenn

Fig. 618.

mich nicht alles täuscht, in einer Zellenmasse, die theils spinalwärts hinter diesem Bündel, theils und besonders weiter ventralwärts zwischen den Elementen desselben ihre Lage hat. Diese Zellen sind multipolare und von mittlerer Grösse, bilden keinen scharf begrenzten Kern und grenzen oralwärts an den später zu erwähnenden grossen Kern des basalen Längsbündels an, von dem sie kaum bestimmt sich trennen lassen. Aehnliche Beziehungen beschreibt auch Lotheisen.

Fig. 618. Sagittalschnitt weiter seitlich als Fig. 617 vom Kaninchen. Nr. 93a. 5 : 1. Buchstaben wie bei Fig. 617 und ausserdem: *Blb* Basalbündel; *CL Corpus Luysii*; *Nc Nucleus caudatus; Pp Pedunculus cerebri; Sn Substantia nigra; Strm*[1] absteigender Theil der Stria; *Trptr Tractus peduncularis transversus* (Hauptbündel); *po Pars olfactoria Commissurae anterioris.*

Die *Stria medullaris* und das *Ganglion habenulae* des Menschen zeigen wohl im Allgemeinen dieselben Verhältnisse wie bei Thieren; immerhin sind eine Reihe Punkte als verschieden zu betonen. Der *Fasciculus Meynert* besteht hier aus 6, 7 und mehr gröberen und feineren Bündeln von 0,16—0,3—0,58 mm und mehr Dicke, welche von der ventralen Seite des Ganglion erst lateralwärts und dann schwach bogenförmig gekrümmt nach der Ventralseite zustreben. Das *Ganglion habenulae* ist im Frontalschnitte dreieckig mit medialer Zuspitzung gegen die Kommissur der Zirbel hin, 4,27—4,5 mm breit und 3,2 mm hoch (dorsoventral) mit konvexer freier Fläche und geraden, ventralen und lateralen Rändern, die annähernd in einem rechten Winkel zu-

Fig. 619.

sammenstossen. Eine Zusammensetzung aus zwei deutlich getrennten Kernen war nicht wahrzunehmen, doch scheinen auch beim Menschen grössere Elemente mehr lateralwärts und in der Tiefe zu liegen, und bilden diese oft mehrere rundliche Massen. An seiner lateralen Seite erhält das Ganglion deutlichen Zuwachs aus dem *Pulvinar* in Gestalt von Radiärfasern, die aus der dorsal vom *Centre médian* gelegenen Masse abstammen und ebenso war auch eine Verbindung

Fig. 619. Frontalschnitt des Zwischenhirns des Menschen. 2 : 1. Nr. 56a. *Corpus Luysii* und *Corpora mammillaria* gut entwickelt. *Globus pallidus* mit 3 Gliedern *I, II, III.* Ausstrahlung der vorderen Kommissur in den Unterlappen. *Fasc. Vicq d'Azyr* noch bis zum *Corpus mammillare* gehend. Genaue Erklärung im § 165.

des *Stratum zonale* mit der oberflächlichen weissen Lage des Ganglion zu beobachten. Wie bei Säugern zeigte das Ganglion anfänglich keine gröberen Bündel von Fasern und nur kleine Abtheilungen von längs und schief und senkrecht verlaufenden Faserzügen. Bald aber, noch bevor der *Fasciculus Meynert* von dem Ganglion sich getrennt hatte, traten solche auf, von denen die mächtigsten an der medialen Seite lagen. Einmal ohne Verbindung mit dem *Fasciculus Meynert* besteht das Ganglion, oder wie man jetzt wohl besser sagen kann, die *Stria thalami* in ihrer ganzen medialen Hälfte aus quer durchschnittenen Faserbündeln, die eine 0,84—0,94 mm dicke, leicht bogenförmig gekrümmte Platte bilden, in ihrer lateralen Hälfte dagegen aus schief getroffenen Bündelchen, die an der gesammten lateralen Seite des früheren Ganglion mit zahlreichen Fasern verbunden sind, die von der dorsolateralen, der lateralen und der ventrolateralen Seite aus dem *Pulvinar* der *Stria* zuwachsen. Endlich nimmt die *Stria* in toto die Form eines gebogenen, 3,7 mm breiten, am dicksten Theile in dorsoventraler Richtung 1,28 mm messenden Haufens von querdurchschnittenen Bündeln an, die, meist seitlich komprimirt, 0,14—0,30—0,40—0,60 mm messen. Sehr beachtenswerth ist, dass in diesem Stadium immer noch ein Faserzuwachs von Seiten des *Pulvinar* und des *Stratum zonale* sich findet, welcher letztere selbst viel bedeutender ist als früher und eine laterale dorsale Zuspitzung der *Stria* bedingt.

Nach und nach wird so die *Stria* dicker und misst in der Gegend der *Corpora mammillaria* 4,50 mm in der Breite und 0,86—1,0 in der grössten Dicke (Fig. 619). Neben den lateralen Zuflüssen sind immer noch solche von der medioventralen Seite da, doch besteht jetzt fast die ganze *Stria* aus Bündeln von Querschnitten und zeigt horizontale und der Länge nach getroffene Elemente nur an der lateralen dorsalen Ecke und an der ventralen medialen Fläche. In dieser Weise bleiben die Verhältnisse bis weit nach vorn, wo die *Ansa lenticularis* und der untere Thalamusstiel auftritt, welche an der lateralen Seite der Stria in das *Stratum zonale* des *Nucleus dorsalis* übergehen. Zugleich stellt sich die *Stria* immer mehr senkrecht und misst schliesslich 4,56 mm in der Breite, 0,85—1,2 mm in grösster Dicke. Sobald nun die *Commissura anterior* auftritt, verschmilzt die *Stria* mit der *Columna fornicis*, welche dadurch von 3,1 mm : 2,85 mm auf ein nahezu kreisrundes Bündel von 4,0 mm sich verdickt. Schon aus dieser nicht zu bedeutenden Zunahme lässt sich schliessen, dass nicht die ganze *Stria* an den *Fornix* sich anschliesst und in der That ist auch in den Gegenden, wo die genannte Vereinigung statt hat, immer noch ein Rest der *Stria* da, von dem es mir jedoch an Frontalschnitten nicht gelang, das weitere Schicksal mit Bestimmtheit zu verfolgen. Dagegen habe ich an Längsschnitten (s. § 165) gesehen, dass vom Reste der *Stria* hinter der *Commissura anterior* Faserbündel senkrecht ventralwärts verlaufen und in einer Ganglienmasse enden, die an der Hirnbasis ventral von der *Commissura anterior* ihre Lage hat und lateralwärts an das Ende der *Capsula externa* angrenzt, eine Zellenmasse, die schon früher als Kern der *Ansa peduncularis* oder Basalganglion beschrieben wurde (Fig. 597 und mehrere Figuren in § 165).

Hier ist nun auch der Ort, die Zirbel, *Corpus pineale* s. *Conarium* s. *Epiphysis cerebri* und ihre Beziehungen zur *Stria medullaris* und zum *Ganglion habenulae* zu besprechen. Die Zirbel

selbst ist, wie die neueren Untersuchungen seit *Graaf* und *Spencer* lehren, ein rudimentäres Organ, das bei niederen Wirbelthieren eine bald grössere, bald geringere Aehnlichkeit mit einem Auge (Parietalauge, Scheitelauge) besitzt und bei den Säugern und Vögeln so verkümmert ist, dass keine Spur einer Augenstruktur sich mehr erkennen lässt. Die Besprechung des Parietalauges und der Zirbel der unter den Säugern stehenden Wirbelthiere der vergleichenden Anatomie überlassend, erwähne ich hier nur dasjenige, was sich auf die Zirbel des Menschen und der Säuger bezieht. Dem Baue nach besteht hier die Zirbel aus einer bindegewebigen, mit der Pia zusammenhängenden Hülle, von welcher aus eine grosse Anzahl von Scheidewänden in das Innere des Organes eintreten und dasselbe unvollständig in kugelige Abtheilungen von sehr wechselnder Grösse (0,06 bis 0,8 mm *Henle*) eintheilen. In diesen Hohlräumen findet sich eine dem adenoiden Gewebe ähnliche Substanz mit feinen Fasernetzen und zelligen Elementen, von denen die einen rundlich und blass sind (s. m. mikr. Anat. II 1, Fig. 144, 2), von 12—15 μ Grösse, während die anderen Ausläufer besitzen, sternförmig sind und zu anastomosiren scheinen (*Henle*), was *Hagemann* (*Müller's* Arch. 1872, S. 437) als sicher vorkommend behauptet. Dieser Autor schildert übrigens auch die Zellen der ersten Kategorie als mit Ausläufern versehen und nimmt ausserdem auch in allen Theilen des Organes bipolare oder multipolare Nervenzellen von 39 μ Länge und 21 μ Breite an (l. c. Fig. IV a), mit denen er sogar beim Menschen und Meerschweinchen Nervenfasern in Verbindung gesehen haben will! Nach *Bizzozero* (Med. Centr.-Bl. 1871, 1046) enthält die Zirbel von kleinen Kindern nur rundliche Zellen und kommen bei älteren Leuten in den bindegewebigen Scheidewänden grössere von gelbem Pigment erfüllte Zellen vor. Weitere Angaben über den Bau der Zirbel der Maus haben *Stieda* (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 19 S. 80), über die vieler Säuger *Hagemann*. Nach *Leydig* besitzt die Zirbel der Maus den Bau des Hirnanhanges der Reptilien (Histologie § 167), was nach *Hagemann* nicht zutrifft. Beim Menschen ist der Hirnsand, *Acervulus cerebri* (s. b. den Hirnhäuten) ein nahezu beständiger Bestandtheil des Zirbelparenchyms, während derselbe bei Säugern nach *Hagemann* nur dem Ochsen zukommt, doch bemerkt dieser Autor, er habe vorzugsweise junge Thiere untersucht.

In Betreff der Nerven der Zirbel habe ich bereits im Jahre 1850 angegeben, dass dieselbe spärliche Nervenfasern von 2—4,5 μ enthalte. Später meldet *Henle*, dass von den Fasern der Kommissur der Zirbelstiele keine einzige Faser in das Organ eintrete und die spärlichen Nervenfasern, die das Organ durchziehen, nur mit den Blutgefässen demselben zukommen. Abweichend hiervon behauptet *Hagemann*, dass sowohl die Zirbel des Menschen, als die der Thiere zahlreiche Nerven enthalten. Am reichlichsten treffe man dieselben beim Menschen unmittelbar hinter dem vorderen Rande, wo dieselben in starken Zügen dicht neben einander verlaufend in die Drüse eintreten und Fasern von 4—7 μ enthalten. Im mittleren Drittheile der Drüse fanden sich wiederholt aus 5—10 Nervenfasern von 2—3 μ bestehende Stämmchen. Auch bei einem jungen Hunde, dem Maulwurfe, Kaninchen, Meerschweinchen, der Maus, dem Ochsen, Schafe, der Ziege, dem Pferde und Schweine fanden sich überall Nerven, von denen in vielen Fällen sich nachweisen liess, dass sie von der Kommissur aus in das Organ eintreten (?).

Endlich ist noch eine neueste Angabe von *Ramón* zu erwähnen (l. i. c.). Nach demselben tritt von den *Pedunculi conarii*, die wie eine Kommissur des *Ganglion habenulae* darstellen, keine einzige Faser in die Zirbel ein. Dagegen kommen im Innern dieses Organes eine ungemeine Menge von verästelten Nervenfasern vor, die einen Plexus bilden, der an denjenigen der wahren Drüsen erinnert und in der Gegend der Basis des Organes mit dem reichen sympathischen Geflechte in Verbindung steht, das die Arterien des Gehirnes umspinnt.

Nach meinen eigenen Untersuchungen gehen in die Zirbel der Katze und des Kaninchen Nervenfasern aus der Kommissur der Zirbelstiele ein, doch nur in sehr geringer Menge. Beim Menschen ist die Zirbel selbst nervenlos.

Zum Schlusse erwähne ich nun noch, dass die *Taenia thalami optici*, wie *Henle* (S. 147) mit Recht hervorhebt, in gewissen Fällen sich ebenso in die *Tela chorioidea superior* erstreckt und in derselben verliert, wie dies bei der *Taenia* des *Plexus chorioideus ventriculi* IV der Fall ist. Ich finde beim Menschen, dass die *Taenia thalami* immer in ein Blättchen grauer Substanz ausläuft, das ich mit *Schwalbe* (S. 471) *Taenia ventriculi tertii* nennen will, welches an Querschnitten oft als ein hakenförmiger Anhang der *Stria medullaris* erscheint (Figg. 586, 587 und 619).

Ich gehe nun noch zur Besprechung des Faserverlaufes in der *Stria medullaris* und dem *Ganglion habenulae* über. Die wichtigsten Aufschlüsse nach dieser Seite verdanken wir der *Golgi*'schen Methode und den Untersuchungen von *v. Gehuchten* und von *D. S. Ramón*.

v. Gehuchten hat bei jungen Forellen von 10 Tagen die Zellen des *Ganglion habenulae* eigenthümlich unipolar gestaltet gefunden, indem jede Zelle nur Einen Fortsatz abgab, der in seinem Verlaufe in einige Dendriten und einen Neuraxon sich spaltete (Contributions à l'étude du système nerveux des Téléostéens in La Cellule T. X, Pl. II Fig. 19, 20), doch ist zu vermuthen, dass diese Formen jugendliche waren und im Verlaufe der Entwickelung ausgeprägtere Gestalten annehmen. Von den Neuraxonen dieser Zellen, die keine Collateralen besassen, gelang es dann *v. Gehuchten* zu zeigen, dass dieselben die Fasern des *Fasciculus Meynert* darstellen und verfolgte er diese Elemente in ihrem ganzen Verlaufe bis zu ihrer Endigung im *Ganglion interpedunculare*. Hier lösten sich die Bündel von beiden Seiten zusammentretend in einem dichten Gewirre von feinen Endverästelungen auf (l. c. Figg. 17, 21, 22, 23), neben welchen in dem Ganglion noch eine grosse Zahl von Nervenzellen sich fanden, deren Achsencylinder nicht verfolgt werden konnten.

Diesen Untersuchungen reihen sich ergänzend die von *D. S. Ramón* über das Ganglion der Habenula von Säugethieren (Maus, Kaninchen, Meerschweinchen, Katze und Hund) an. Derselbe fand in diesem Ganglion einen medialen kleinzelligen und einen lateralen Kern mit grösseren Elementen (Anales de la Sociedad española de historia natural, T. III, 2. Ser. 1894, S. 185), deren eigenthümliche Formen sein Holzschnitt 2 wiedergiebt, S. 185. Die Neuraxonen dieser Zellen, die bei der Katze und bei dem Hunde Collateralen besitzen, gehen in den *Fasciculus Meynert* ein und ist bemerkenswerth, dass diejenigen der kleineren Zellen feiner sind, als die der grossen Elemente. Doch kommen

auch Neuraxonen der grösseren Zellen vor, die lateral und dorsalwärts verlaufen, von denen sich nicht ermitteln liess, welchen Weg sie nehmen. Im kleinzelligen Ganglion fand *Ramón* sehr dichte Nervenendbüschel (l. c. Fig. 3 u. 4), die von medialen Theilen der *Stria medullaris* abstammten. Im grosszelligen Kerne traf er dagegen ein sehr dichtes Geflecht von feinen Nervenfasern mit weitläufigen, nicht dichten Endigungen, die einem guten Theile nach aus den lateralen Theilen der *Stria* abstammen, einem anderen Theile nach wahrscheinlich von anderen Gegenden herkommen. Mit Bezug auf die Herkunft der Fasern der *Stria* vermochte *Ramón* nichts weiter zu ermitteln, als dass ihre Fasern am vorderen Ende der *Stria* ventralwärts verlaufen. Etwaige Beziehungen des *Opticus* und der *Glandula pinealis* zur *Stria* anlangend kam *Ramón* nur so weit, dass er glaubt, auf Grund der Enucleation eines Auges bei Mäusen behaupten zu dürfen, dass keine Fasern des *Opticus* in das *Ganglion habenulae* eindringen. Doch will er bei Fischen, ebenso wie *Edinger*, ein Nervenbündel gesehen haben, das das Ganglion mit dem *Opticus* verband. Und was die Zirbel anlangt, so steht die Kommissur derselben zwar mit den beiden *Ganglia habenulae* in Verbindung, besitzt jedoch keinerlei Beziehungen zur Zirbel selbst. Ueber die von *Ramón* in der Zirbel gefundenen Nerven (l. c. S. 193) siehe die vorige Seite.

Diesen, wie man sieht, lange nicht erschöpfenden Beobachtungen kann ich ebenfalls einige an *Golgi*-Präparaten gesammelte Erfahrungen anreihen. Am genauesten habe ich das *Ganglion habenulae* bei der Maus untersucht und im Wesentlichen die Verhältnisse so gefunden, wie sie *D. S. Ramón* beschreibt, doch hielt es sehr schwer, die kleineren Zellen des medialen Abschnittes des Ganglion gefärbt zu erhalten und gelang mir dies nur in ein paar Fällen, in denen sich dieselben so zeigten, wie *Ramón* sie in seiner Fig. 2 darstellt. Weniger Schwierigkeit machten die grösseren Zellen des lateralen Abschnittes und ergaben sich diese als 19—26 μ grosse Zellen von meist Spindel- oder dreieckiger Gestalt mit 3—4 eher spärlich verästelten, nach verschiedenen Seiten abgehenden Ausläufern von 0,19—0,22 mm und darüber Länge, deren nervöser Fortsatz, an dem keine Collateralen gesehen wurden, bei manchen in der Richtung auf das *Meynert*'sche Bündel zu verlief. Was die Endbüschel anlangt, die *Ramón* auf die Fasern der *Stria medullaris* bezieht, so sah ich diese bei der Maus sehr schön im medialen Ganglion wie *Ramón*, und kann ich dieselben nicht besser vergleichen, als mit den von mir bei der Maus im *Corpus geniculatum laterale* und im *Thalamus* gefundenen Opticusenden. Da auch Tractusfasern im *Stratum zonale thalami* bis an das *Ganglion habenulae* herangehen, so liegt es sehr nahe, auch an Beziehungen des *Opticus* zum *Ganglion habenulae* zu denken, trotz der Experimente von *Ramón*, die gegen eine solche Vermuthung zu sprechen scheinen.

Der laterale Abschnitt des *Ganglion habenulae* enthält auch bei der Maus an *Golgi*-Präparaten um seine Zellen herum einen Filz von feinen Nervenendigungen, den ich nirgends im ganzen Nervensysteme so dicht gesehen habe. Die Fasern, die denselben bilden, sind fein und reich, aber locker verästelt und treten von der lateralen und dorsalen Seite an den betreffenden Kern heran. Oft sah ich auch diesen Filz noch eine Strecke weiter lateralwärts sich fortsetzen und hatte es auch hier oft den Anschein, als ob dessen Stammfasern aus

dem *Stratum zonale* des *Thalamus* stammten. Bemerkenswerth war mir, dass bei einer fünf Tage alten Maus ein ebensolches Geflecht auch zwischen beiden *Ganglia habenulae* sich vorfand, das, anfangs einfach, in der Gegend, wo der Ursprung des *Meynert*'schen Bündels sichtbar war, wie in zwei Abtheilungen sich trennte, von denen jede ein Bündel von Fasern durch die Mitte des *Thalamus* ventralwärts sandte, das bis in die Höhe des *Fasciculus thalamo-mammillaris* verfolgt werden konnte. Weiter nach vorn wurden diese dorsoventralen Bündel nach und nach sehr stark und liessen sich bis zum *Corpus mammillare* verfolgen, wo dieselben bogenförmig nach der Seite sich abbiegend bis zur Gegend lateral davon, wo das basale Längsbündel seine Lage hat, verliefen und mit Verästelungen zu enden schienen (s. § 165).

Ausser bei der Maus habe ich auch beim Kaninchen und der Katze die Zellen des *Ganglion habenulae* an *Golgi*-Präparaten verfolgt, ohne jedoch in der Lage zu sein, mehr als über deren Grösse und Form zu berichten, was hier übergangen werden kann.

Fasse ich nun das Ergebniss aus allen diesen Beobachtungen zusammen, so ergeben sich folgende Sätze:

1. Der *Fasciculus Meynert* entspringt im *Ganglion habenulae* und kommen wahrscheinlich seine gröberen Fasern aus dem lateralen, die feineren aus dem medialen Ganglion.

2. In beiden Ganglien endet ein bedeutender Theil der Fasern der *Stria medullaris* mit mehr weniger reich verzweigten Endbüscheln.

3. Die Fasern der *Stria* sind in den vorderen Theilen derselben am zahlreichsten und erschöpfen sich nahezu im *Ganglion habenulae.* Doch bleibt ein gewisser Theil derselben übrig, der die fälschlich sogenannte Kommissur der Zirbel und die Stiele derselben bildet, die besser Kommissur der *Striae* genannt wird.

4. Die Fasern der *Stria* stammen von sehr verschiedenen Quellen und unterscheide ich:

a) Fasern aus dem Ammonshorn durch deu *Fornix.* Diese Elemente entspringen höchst wahrscheinlich im *Cornu ammonis* und enden im *Ganglion habenulae.*

b) Fasern aus dem *Ganglion basale* und den benachbarten Ganglienmassen, von denen ebenfalls eine Endigung im *Ganglion habenulae* angenommen werden darf.

c) Fasern aus dem *Stratum zonale* und aus dem Innern des *Thalamus,* von denen die letzteren z. Th. dem Stabkranze des *Thalamus* anzugehören scheinen. Unter diesen Elementen sind höchstwahrscheinlich Fasern des *Tractus opticus* enthalten, die mit Endbüscheln, wie sie im *Corpus geniculatum laterale* sich finden, im medialen Kerne des *Ganglion habenulae* enden.

d) Fasern, die aus dem *Nucleus intermedius* stammen.

Die physiologischen Ableitungen, zu denen die anatomischen Ergebnisse führen, gestalten sich für einmal folgendermassen.

Das *Ganglion habenulae* steht in erster Linie mit dem Geruchsorgane in Verbindung und zwar a) durch die aus dem *Fornix* in dasselbe eingehenden Fasern und b) vielleicht auch durch den Theil der *Stria medullaris*, welcher mit den basalen, in der Gegend des *Chiasma* gelegenen Ganglienmassen zusammenhängt, die vom *Tractus olfactorius* beeinflusst werden könnten.

Zweitens sind wohl sicher auch Beziehungen zum *Opticus* anzunehmen, für welche die vergleichend-anatomischen Thatsachen, die Beziehungen der Zirbel zum Parietalauge der niederen Wirbelthiere sprechen. Die betreffenden Bahnen würde ich vor allem in Elementen des *Stratum zonale* suchen, die im medialen Kerne des *Ganglion habenulae* enden. Mit Hinsicht auf diese Frage verweise ich noch auf die in der Anmerkung citirten Experimente *Mendel*'s und die Angaben von *Darkschewitsch* über Beziehungen des *Tractus opticus* zum *Nucleus habenulae* (s. *Bechterew* p. 77).

In Betreff der Bedeutung des *Meynert*'schen Bündels, des *Ganglion interpedunculare* und des Haubenbündels dieses Ganglions enthalte ich mich für einmal aller Deutungen um so mehr, als diese Organe beim Menschen z. Th. ganz fehlen.

Das von *Gudden* entdeckte *Ganglion interpedunculare*, in welchem das *Meynert*'sche Bündel endet, ist noch sehr wenig untersucht worden. Die neuesten Beobachter, *v. Gehuchten* und *Edinger*, geben das Genaueste, was man über dasselbe weiss. Nach dem ersten Autor besteht das Ganglion bei der Forelle aus zahlreichen Nervenzellen, deren genaueres Verhalten jedoch nicht erwähnt wird und aus einem unentwirrbaren Geflechte feiner Nervenfasern. Mehrere Präparate nach *Golgi* zeigten nun die Enden des *Meynert*'schen Bündels gefärbt und da ergab sich dann leicht, dass dieselben, wie schon *Mayser* dies gesehen hatte (Zeitschr. f. w. Zoologie Bd. 36, 1882), sich kreuzen. Das letzte Ende der Fasern dieses Bündels hat bis jetzt nur *v. Gehuchten* gesehen, dem zufolge dieselben in dem *Ganglion interpedunculare* sich unter wiederholten Theilungen unter einander und mit den Fasern des Bündels der anderen Seite aufs innigste durchflechten und schliesslich mit freien, leicht verdickten Enden ausgehen. *Edinger* hat bei Selachiern eine solche Verschränkung der rechten und linken *Meynert*'schen Bündel beobachtet, dass es ihm wahrscheinlich wurde, dass die betreffenden Fasern sich untereinander verbinden. Zwischen den Fasern liegen zahlreiche runde Körner und eine krümelich feinkörnige Substanz und da die Natur eines Ganglion nicht klar vorliegt, schlägt er vor, das betreffende Gebilde *Corpus interpedunculare* zu nennen (Unters. z. vgl. Anat. des Gehirns, 2. Das Zwischenhirn, in *Senckenberg*. Abh. 1892). In der 4. Aufl. seiner Vorlesungen meldet *Edinger* noch über das *Ganglion interpedunculare* des Hundes, dass dasselbe aus fünf Kernen bestehe. Am frontalen Ende desselben liegen nebeneinander zwei birnförmige Körper bedeckt von einer flachen Platte, die unmittelbar an die Haubenfaserung grenze. Von der kaudalen Seite her werden diese zwei Ganglien von den viel grösseren kaudalen Ganglien hufeisenförmig umfasst, die am hinteren Umfange zusammenhängen und mit dem vorderen dünnen Schenkel die *Meynert*'schen Bündel aufnehmen. Ueber die Beschaffenheit der Nervenzellen dieser Ganglien und über die Art der Endigung der Fasern des *Meynert*'schen Bündels berichtet *Edinger* nichts, doch meldet

er von der Eidechse, dass die betreffenden Fasern an *Golgi*-Präparaten sich in feinste Endbündel auflösen. Ueber den Faserverlauf beim Hunde wird von diesem Gelehrten noch angegeben, dass die hufeisenförmigen Ganglien von einem feinen Fasernetze erfüllt seien. Aus diesem treten Züge zwischen die beiden frontalen Ganglien ventralwärts. In diesen endet der von *Ganser* entdeckte Zug aus der Haube, starke Fasern, die auch nach Zerstörung des Vorderhirnes und des *Thalamus* erhalten bleiben.

In der oben geschilderten Arbeit von *Ramón* sind diese Verhältnisse und das *Ganglion interpedunculare* mit Stillschweigen übergangen.

Was meine eigenen Erfahrungen anlangt, so kenne ich das fragliche Ganglion von der Maus, der Ratte, dem Kaninchen, der Katze, dem Kalbe und dem Hunde. Beim Kaninchen bildet das *Ganglion interpedunculare* an Frontalschnitten *Weigert*'scher Präparate einen dreieckigen Körper mit abgerundeten Ecken, der durchweg einheitlich ist, jedoch in Folge einer besonderen Organisation in manchen Schnitten wie drei Abschnitte zeigt. Dasselbe besteht nämlich, wie *Forel* meldet (S. 75), aus rundlichen oder bandförmigen, dunklen, mehr weniger scharf ausgeprägten Nestern einer in Karmin intensiv sich färbenden Grundsubstanz, die den *Glomeruli olfactorii* nicht ganz unähnlich sehen, jedoch aus unklaren Elementen bestehen. Diese Gebilde nun sind meist so vertheilt, dass die rundlichen Körper die beiden seitlichen Zonen, die bandförmigen, quer gestellt, die Mitte einnehmen und so entsteht dann der Anschein von besonderen Kernen. Was sind nun diese sonderbaren Gebilde? Den ersten Fingerzeig gaben mir die Angaben von *Gudden* (bei *Forel* S. 444 und gesammelte Abh. S. 171, 172) und *Ganser*, dass die Fasern des *Fasciculus Meynert* beim Eintritte in das Ganglion ihre Markscheiden verlieren. Da lag es nun nahe, die betreffenden Theile als Bündel markloser Fäserchen zu deuten, welche Deutung durch starke Vergrösserungen erhärtet wurde, indem bei solchen feine Fäserchen querdurchschnitten und in Längsansichten zur Anschauung kommen, wie dies übrigens schon vor mir *Gudden* (l. c.) ganz bestimmt nachgewiesen hat.

Diese Elemente, die die Enden der *Meynert*'schen Bündel darstellen, sind übrigens nicht die einzigen Fasern, die im *Ganglion interpedunculare* vorkommen, und gebührt *Ganser* das Verdienst, auch dunkelrandige Elemente in demselben nachgewiesen zu haben. Diese von *Ganser* sogenannte Haubenbahn des *Ganglion interpedunculare* besteht beim Kaninchen aus feinen Fasern, die das ganze Ganglion in nicht unbedeutender, aber doch nicht zu grosser Zahl kreuz und quer durchziehen, stellenweise deutliche Kommissurenfasern bilden, und wo sie am besten entwickelt sind, 1. einen weissen zarten Markbelag der freien Fläche des Ganglion bilden, und 2. zwei allmählich sich sammelnde, ventrodorsal verlaufende Züge darstellen, die das Ganglion an seiner dorsalen Ecke verlassen und in die ventrale Haubenkreuzung eindringen.

Ueber die Nervenzellen des *Ganglion interpedunculare* des Maulwurfes siehe die Anmerkung.

Beim Kaninchen finde ich an Karminpräparaten im ganzen Ganglion grössere und kleinere multipolare Zellen bis zum Durchmesser von 20 μ und

selbst darüber. *Gudden* schildert dieselben als klein und meist etwas eckig. Die Enden des *Fasciculus retroflexus*, die bis jetzt nur *v. Gehuchten* bei Fischen an *Golgi*-Präparaten untersucht hat, fand ich sehr schön an solchen Präparaten bei der Maus und giebt die Fig. 620 bei stärkerer Vergrösserung eine deutliche Vorstellung derselben. Von beiden *Fasciculi retroflexi* zweigen sich haufenweise Fäserchen ab, welche die Mittellinie überschreitend mit einander sich kreuzen und verflechten und mit zarten Verästelungen enden, die selbst bei der Vergrösserung der Fig. 620 zu erkennen sind, bei ganz starken Linsen aber sehr deutlich sich darstellen. *Gudden*, der an Karminpräparaten von Kaninchen die Kreuzung der Fäserchen der *Meynert*'schen Bündel erkannte, giebt von derselben an Horizontalschnitten eine gute Abbildung (l. c. Taf. XI, Fig. 9). *Fritsch* bezweifelt die nervöse Natur des *Fasciculus Meynert* mit Unrecht. Abgesehen von den anatomischen Thatsachen, die in denselben markhaltige Fasern nachweisen, bringt auch *Gudden* einen anderen vollgültigen Beweis, indem er nachwies, dass nach Wegnahme des *Ganglion habenulae* beim neugeborenen Kaninchen das gleichseitige *Meynert*'sche Bündel und seine Wurzeln im *Ganglion interpedunculare* zu Grunde gehen (l. c. Taf. XI, Fig. 10).

Fig. 620.

Die von *Ganser* im *Ganglion interpedunculare* des Maulwurfes und der Feldmaus entdeckte Haubenbahn lässt sich auch beim Kaninchen sehr schön nachweisen (Fig. 621). Dieselbe bildet im Ganglion zwei neben der Medianebene gelegene Züge, die die ventrale Haubenkreuzung durchbrechend dorsalwärts bis in das centrale Grau ziehen. Hierbei verlaufen sie an der medialen Seite des *Ganglion tegmenti profundum* von *Gudden* (*Gtpr*) und durch dasselbe hindurch, ferner zwischen und durch die *Fasciculi longitudinales dorsales* und gelangen theils in die *Ganglia tegmenti dorsalia* von *Gudden* (*Gtd*), theils in das centrale Grau an der medialen Seite dieser Ganglien, wo dieselben sich verlieren. Ich möchte annehmen, dass die Fasern dieser Haubenbündel an beiden Orten um die hier befindlichen Zellen enden und dass von diesen die schon erwähnten Fasern des dorsalen Längsbündels des centralen Grau von *Schütz* entspringen.

Fig. 620. Aus der Hirnstielgegend einer Maus von 5 Tagen. *Golgi.* Vergr. S. III. Oc. IV. K. T. *Cm Corpus mammillare; FM Fasciculus Meynert; DFM* Kreuzung derselben.

Der Mensch besitzt kein *Ganglion interpedunculare* und enden bei demselben die *Meynert*'schen Bündel, wie ich an Sagittalschnitten des Erwachsenen finde, pinselförmig ausstrahlend in der Gegend der *Substantia perforata postica*, indem die einen Bündelchen derselben vorwärts, andere gerade ventralwärts und dann horizontal rückwärts, noch andere rückwärts gegen die Brücke verlaufen. In den Bündeln dieser Ausstrahlung finden sich z. Th. blasse, z. Th. dunkelrandige Elemente. Bei Embryonen von 8 und 9 Monaten konnte ich auch an Frontalschnitten die *Meynert*schen Bündel bis zu ihrer Endigung verfolgen, was mir bei Erwachsenen bisher nicht gelang. Auch hier bestanden diese Bündel oberflächlich aus dunklen, innen aus marklosen Fasern, zeigten jedoch an ihren letzten Enden nur blasse Elemente, die an der medialen Seite der Hirnstiele in einer sehr oberflächlichen Lagerung sich fanden (Fig. 568). Zellige Elemente fehlen in der Bahn dieser Fasern bei Embryonen und bei Erwachsenen fast ganz, so dass auf jeden Fall beim Menschen von einem *Ganglion interpedunculare* keine Rede sein kann. Ebenso vermisse ich hier auch jede Spur einer Haubenbahn, und möchte daher, trotz der Stärke der *Meynert*'schen Bündel, der Satz gerechtfertigt erscheinen, dass das Fasersystem des *Ganglion habenulae* beim Menschen in der Verkümmerung und Rückbildung begriffen ist.

Fig. 621.

Nach *Ganser* geht die *Taenia thalami optici* aus dem *Stratum zonale* des *Thalamus* hervor, welches Stratum von *Ganser* aus der inneren Kapsel und aus dem gekreuzten und ungekreuzten Bündel der Fornixsäule abgeleitet wird, doch will er nicht behaupten, dass von allen diesen Theilen Fasern in die *Taenia* gelangen. Immerhin ist soviel

Fig. 621. Schiefer Horizontalschnitt eines Kaninchenhirns ungefähr parallel dem Balken in der Gegend der Hirnstiele. 13 : 1. Nr. 182—186. *Fdv* in dorsaler Richtung verlaufende, aus dem *G. interpedunculare* entspringende zwei Faserbündel, die theils zwischen, theils in die *Ganglia tegmenti dorsalia Gtd* ziehen; *Fld Fasciculus longitudinalis dorsalis; Gip Ganglion interpedunculare; Gtpr Ganglion tegmenti profundum Guddenii; Lm Lemniscus medialis; Pcm Pedunculus corporis mammillaris* in *RPcm* die *Radiatio pedunculorum* übergehend, die theils in das *Ganglion tegmenti dorsale*, theils in *XX*, einen Nebenkern am Boden des *Ventriculus quartus* V_{IV} eintritt; *Pp Pes pedunculi; Vms Velum medullare superius; X* kleiner dorsaler Abschnitt des *Ganglion interpedunculare*.

sicher, dass vom *Fornix* Fasern zur *Taenia* treten; denn als *Ganser* im *Tuber cinereum* die Fornixsäule durchtrennte, atrophirte dieselbe mit Ausschluss eines Bündels, welches vom Ammonshorne kommend hinter der *Commissura anterior* ein Knie bildete und sich nach hinten zum *Stratum zonale thalami* begab (s. *Gudden*, Arch. f. Psych. und Nervenkrankh. Bd. XI). Zwischen den Bündeln der *Taenia* liegen Zellen, die jedoch nicht mit denen des *Ganglion habenulae* zu verwechseln sind, welches an der medialen Seite der *Taenia* liegt. Die Verstärkungen der *Taenia* aus der inneren Kapsel durchbrechen nach Art der Radiärfasern des *Thalamus* den lateralen, medialen und auch den hinteren Kern des Sehhügels und schliessen sich, indem sie in etwas nach hinten geneigten Frontalebenen verlaufen, den Querschnitten der *Taenia* an, die so nach hinten an Mächtigkeit gewinnt. Ausser diesen Fasern kommt bei der Maus und dem Maulwurfe auch noch vorne bis zum Beginne des *Ganglion habenulae* ein Faserzug vor, der von der *Taenia* ausgeht und durch das centrale Grau auf die andere Seite übertritt. Diese Fasern bilden eine feine Marklamelle, welche den dorsalsten Theil des centralen Grau vom vorderen Kerne des *Thalamus* scheidet, und scheinen zur *Capsula interna*, d. h. deren in den Sehhügel ausstrahlenden Radiärfasern zu ziehen.

Dem *Ganglion habenulae* fliessen an seiner ventralen Fläche einmal eine beträchtliche Menge von senkrecht aufsteigenden Fasern aus dem centralen Grau zu; zweitens entspringen in demselben Elemente der *Taenia*, die lateral- und dorsalwärts zu derselben sich begeben. Weiter gehen in die *Taenia* die Fasern der beiden Zirbelstiele über, welche Zirbel als ein unpaarer Theil des *Ganglion habenulae* anzusehen ist, wobei die Elemente dieser Stiele sich kreuzen und der Anschein einer Kommissur entsteht.

Somit führt die *Taenia thalami* zweierlei Fasern, solche, welche das *Ganglion habenulae* durchsetzt haben und solche, die anders woher kommen. Beide gehen nun nach *Ganser* in den *Fasciculus Meynert* über. Dieses Bündel bildet in seinem Anfange eine Gabel, die *Taenia* und Ganglion zwischen sich fasse. Der mediale Schenkel derselben bekommt Fasern direkt aus dem Ganglion, während der laterale, viel stärkere, ausschliesslich der *Taenia* entstammt. Das *Ganglion interpedunculare*, an dessen vorderen Ecken die *Meynert*'schen Bündel sich ansetzen, enthält kleinere und grössere Zellen bis zu 14—24 μ. Die *Meynert*'schen Bündel verlaufen am lateralen Rande des Ganglion nach hinten und senden successive von ihrer medialen Seite Bündelchen in das Ganglion, welche mit denen der anderen Seite sich kreuzen und im Ganglion zierliche Achterformen beschreiben, während sie zugleich zu marklosen Elementen sich gestalten. Auch bei der Maus und dem Maulwurfe kreuzen sich die Elemente beider Bündel, wie dies *Gudden* für das Kaninchen nachwies, und verlieren ihr Mark. Aus dem Ganglion entspringt eine neue von *Ganser* entdeckte Bahn, die Haubenbahn des *Ganglion interpedunculare*, deren markhaltige Elemente ungekreuzt in ventrodorsalem Verlaufe rückwärts in die ventrale Haubenkreuzung von *Forel* eindringen und sich da verlieren.

Mit diesen Angaben von *Ganser* kann ich mich nur theilweise einverstanden erklären, wie aus dem Texte hervorgeht, und ist namentlich das, was er über die Zusammensetzung des *Fasciculus Meynert* angibt, durch neuere Untersuchungen überholt.

In manchem anders lautet die Schilderung der besprochenen Theile bei *Honegger* (S. 394 u. ff.). Zur *Taenia thalami* gelangen 1. ein Bündel aus der *Columna fornicis*, das dicht hinter der vorderen Kommissur in scharfem Bogen fast spitzwinklig umbiegt, um dorsalwärts zur *Taenia* zu gelangen. 2. Theile der seitlichen ungekreuzten Wurzel der Fornixsäule. 3. Sehr wahrscheinlich Theile des *Pedunculus septi pellucidi*, der, dem *Tractus opticus* sich anschliessend, um den Hirnschenkel herum seitlich am *Thalamus* hinaufsteigt und durch das *Stratum zonale* und die Radiärfasern des *Thalamus* zur *Taenia* gelangen kann. 4. Wahrscheinlich auch Theile der *Taenia semicircularis*. Weiter enthält das *Stratum zonale* und die *Taenia* aus der *Substantia innomminata* wesentlichen Faserzuwachs, in welcher Beziehung bereits ältere Angaben von *Meynert, Forel* und *Schnopfhagen* vorliegen (*Honegger* S. 396). In theilweisem Anschlusse an diese gibt *Honegger* an, dass beim Menschen zwei Faserstiele aus dem *Tuber cinereum* zum *Thalamus* heraufziehen. Der erstere *(Stilus inferior zonalis H.)* zieht über die vordere auf die dorsale Fläche des *Thalamus* zur *Taenia*, während der andere *(Stilus inferior medialis H.)* sich über die ganze mediale Oberfläche des *Thalamus* ausbreitet und zum

Theil in das *Ganglion habenulae* eintritt, wie bereits *Ganser* dies sah. Diesem Bündel gesellen sich Fasern bei, die aus dem *Chiasma* ins *Tuber cinereum* ziehen und auf ihrem Wege das *Ganglion opticum basale* durchsetzen. Diese Elemente stammen wahrscheinlich aus dem gleichseitigen *Opticus* und erklären vielleicht die Resultate, die *Mendel* bei Thieren fand, als er denselben bald nach der Geburt die Iris entfernt hatte, nämlich eine theilweise Atrophie des *Ganglion habenulae* derselben Seite. Man vergleiche auch das von *Onodi* vom *Tuber cinerum* zum *Nervus opticus* beschriebene Bündel, das nach ihm die pupillenverengernden Fasern führt. (Intern. Monatschr. III, 1886, S. 247.)

Den weiteren Verlauf der zwei *Honegger'*schen Styli betreffend, so meldet *Honegger*, dass dieselben in ihrem ventralen Theile dicht vor der Umbiegung in die Hirnschenkelschlinge sich aneinander lagern und in dieser lateralwärts ziehen. Bei Thieren liessen sich die zwei Stiele des Menschen nicht als gesonderte Bildungen erkennen.

Zur *Taenia thalami* ziehen ferner Fasern aus der inneren Kapsel durch den *Stilus anterior thalami*, die ausserdem auch in das *Stratum zonale* übergehen. Diese Fasern, die *Schnopfhagen* zum unteren Stiele des *Thalamus* rechnet, biegen sich dorsalwärts um und zwar am stärksten die Elemente, welche als medialste und ventralste Stabkranzbündel von vorne her unter der *Commissura anterior* durchziehen und gleich hinter derselben gegen die *Taenia* sich hinaufbiegen.

Die Erörterungen *Honegger's* über den Faserverlauf in den genannten Theilen können übergangen werden, da dieselben auf keine sicheren Thatsachen sich stützen. Immerhin erwähne ich noch, dass nach *Honegger* von den Fasern, die von der Fornixsäule, dem *Stilus inferior zonalis* und dem *Stilus anterior* in sagittaler Richtung über den *Thalamus* nach hinten ziehen, ein sehr grosser Theil direkt in das *Meynert'*sche Bündel, was sicher nicht richtig ist, und in den *Pedunculus Conarii* übergeht, für welche Annahme auch die Zunahme des Querschnittes der *Taenia* nach hinten zu spreche, von welcher oben gezeigt wurde, dass eine solche nicht statt hat. Die Hypothese, dass in der *Taenia* von vorn her kommende Fasern in das *Ganglion habenulae* sich einsenken, dürfte, nach *Honegger*, wenn auch nicht ganz auszuschliessen, doch nur für die Minderzahl der betreffenden Fasern zutreffend sein.

Die zwei Faserarten der *Meynert'*schen Bündel hat *Fritsch* entdeckt und wurden dieselben von *Honegger* bestätigt; die einen im Innern des Bündels befindlichen färben sich in Karmin roth, während die anderen oberflächlich gelegenen weiss bleiben. Beim Menschen sind die letzteren vorwiegend. Die meisten dieser Faserzüge stammen, wie *Honegger* irrthümlich annimmt, direkt aus der *Taenia* und aus dem Zirbelstiele und bilden den lateralen Schenkel des *Fasciculus Meynert*, während der mediale die sich färbenden Elemente führt, die vom *Ganglion habenulae* herkommen, beim Menschen in demselben enden und weder in die *Taenia* noch in den Zirbelstiel zu verfolgen sind. Im *Ganglion interpedunculare* sollen die weissen Bündel des *Fasciculus Meynert* weiter zur Haube verlaufen, was ebenfalls nicht richtig ist, während die sich färbenden im Ganglion verbleiben. Beim Menschen, wo das Ganglion fehlt, senken sich die stark tingirten Bündel des *Fasciculus Meynert* in die *Lamina perforata posterior* ein und tragen, wie *Honegger* mit Recht sagt, einen atrophischen Charakter.

Weiter sind dann einige Angaben von *mir* zu erwähnen (Anat. Anz. Verhandl. in Strassburg 1894 S. 47). Ich fand, dass die *Taenia thalami* beim Kaninchen mit einem starken Zuge an der Umbeugungsstelle der Säulchen des *Fornix* an dieselben sich anschliesst, und mit denselben in die Tiefe zieht. In der Höhe der *Commissura anterior*, d. h. des unteren Randes derselben, treten dann aber diese Fasern in das Septum ab und verlaufen in demselben vertikal gegen das *Chiasma* zu. So erklärt sich, dass die Säulchen hier plötzlich dünner werden. Andere Fasern der *Taenia* strahlen schon höher oben in das Septum aus.

Als gleichzeitig mit meinen Untersuchungen sind die von Dr. *G. Lotheisen* anzusehen, der in den Anat. Heften IV. Bd. Heft II 1894 eine ausführliche Abhandlung über die *Stria medullaris thalami optici* veröffentlichte. Die Resultate, zu denen dieser Beobachter kam, fasst er in folgenden Sätzen zusammen.

Die *Stria medullaris* steht in Verbindung:

1. mit dem *Fornix*, resp. dem Ammonshorne nur Einer oder beider Seiten;

2. mit dem Kerne des basalen Längsbündels, resp. der *Lamina perforata anterior*;
3. mit dem *Tuber cinereum* medial von der *Lamina perforata anterior*, aber wohl noch im Riechfelde;
4. mit dem *Ganglion habenulae* beider Seiten;
5. mit der Zirbel.

„Diese Verbindungen drängen von selbst zur Annahme, dass die *Stria medullaris* zum Mechanismus des Riechapparates gehört, wie schon *Edinger* hervorgehoben hat." Dann wird noch die Hypothese aufgestellt, dass die *Stria*, weil die Zirbel ein rudimentärer Sehapparat sei, und das *Ganglion habenulae* jedenfalls mit Fasern des *Tractus opticus* in Verbindung stehe, wahrscheinlich die Aufgabe habe Geruchs- und Gesichtscentrum zu verknüpfen.

Von den speziellen Angaben *Lotheisen*'s, die auf *Weigert*'sche Präparate sich gründen, hebe ich noch folgende hervor:

Erstens betont *Lotheisen*, dass, entgegen der Annahme *Edinger*'s, bei den Säugethieren kein bestimmtes Verhältniss zwischen der Grösse des *Ganglion habenulae* und derjenigen des Riechhirns (Rhinencephalon) bestehe. Zweitens bestätigt *Lotheisen* die Beschreibung *Ganser*'s von der Beziehung der Fornixsäule zur *Stria medullaris* (Taf. XIX, XX Fig. 1). Drittens läugnet er mit Recht jede Beziehung der *Stria terminalis* (*Taenia semicircularis*) zur *Taenia thalami optici*. Viertens bestreitet er mit Unrecht eine Verbindung des *Stratum zonale* mit der *Stria medullaris*, die nach *Ganser*'s und meinen Untersuchungen sicher vorhanden ist. Die Zirbelkommissur und Zirbelstiele anlangend stimme ich ganz mit *Lotheisen* überein, nur vermag ich nicht anzuerkennen, dass Fasern dieser Theile in dem *Ganglion habenulae* entspringen oder enden, vielmehr betrachte ich dieselben einfach als eine Kommissur der *Striae*.

E. *Corpora mammillaria, Columnae fornicis, Fasciculus thalamo-mammillaris (Vicq d'Azyr), Pedunculus corporis mammillaris, Fasciculus tegmenti Corporis mammillaris.*

§ 165.

Das *Corpus mammillare*, welches bei manchen Säugern einfach, bei anderen doppelt vorkommt, und bei den osmatischen grösser ist als bei geringer Entwickelung des *Rhinencephalon*, besteht, wie *Gudden* zuerst beim Kaninchen, Hunde, Katze, Affen und Menschen gefunden hat, aus zwei Kernen oder Ganglien, einem medialen und einem lateralen. Das mediale Ganglion bildet die Hauptmasse des Organes, ist in den hintersten Querebenen kreisförmig und beim Menschen von dem entsprechenden Ganglion der anderen Seite in den hinteren Abschnitten durch eine Spalte fast ganz getrennt (Figg. 589, 594), während die dorsalen Theile durch eine Lamelle des centralen Grau vereint sind. Dann folgt eine kurze Stelle, in der die medialen Ganglien durch die *Pia* zusammenhängen, um endlich einer vollständigen Trennung derselben durch den tiefsten Theil des 3. Ventrikels Platz zu machen, so dass zuletzt eine Verbindung der Ganglien nur durch das Bodenblatt dieses Ventrikels statt hat (Fig. 622). Nach *Gudden* besteht das mediale Ganglion, dessen mikroskopische Verhältnisse später zur Besprechung kommen, bei Thieren aus zwei Abschnitten, einem frontalen, aus dem das Haubenbündel des *Corpus mammillare* entspringen soll, und einem caudalen, der mit dem *Fasciculus thalamo-mammillaris* sich verbinde, welche Zweitheilung beim Menschen noch nicht nachgewiesen ist und auch von mir nicht gefunden wurde.

Das laterale Ganglion ist beim Menschen klein und nur an der vorderen Hälfte des medialen Ganglion zu finden. Dasselbe liegt gestreckt birnförmig von Gestalt an der lateralen Seite des *Ganglion mediale*, dasselbe bogenförmig umfassend mit dem breiteren Ende ventral-, mit dem spitzen dorsalwärts gerichtet und zeichnet sich dadurch aus, dass seine Zellen grösser sind und dass aus denselben Fasern entspringen, die dorsalwärts bogenförmig um das *Ganglion mediale* herumziehen. Bei grösster Entwicklung misst dieses Ganglion 1,71 mm in dorso-ventraler Richtung und 0,42 mm in der grössten Breite, während das mediale Ganglion 5,5 mm grössten Durchmesser besitzt.

Von *Honegger* (S. 344) werden auch Zellenansammlungen zum *Ganglion laterale* gerechnet, welche dorsal und ventral vom *Ganglion mediale* vorkommen und wie eine Schale um die laterale Hälfte desselben bilden, ja selbst zerstreut bis zu den medialsten Theilen des *Pedunculus* sich finden. Hiermit kann ich nicht übereinstimmen und rechne ich zum *Ganglion laterale* nur die Zellenansammlung dicht lateral vom *Ganglion mediale*, die dorsalwärts die vorhin erwähnten dunkelrandigen Fasern entsendet.

Fig. 622.

Von anderen Zellenansammlungen in der Nähe des *Corpus mammillare* finde ich einmal ein länglich rundes kleines Ganglion von geringer Längenausdehnung (0,85 : 1,71 mm) an der lateralen ventralen Seite des lateralen Ganglion (Fig. 623 *Nacc.*), das durch kleinere Zellen sich von den benachbarten Ganglien des *Corpus mammillare* unterscheidet. Ob dieser Kern, den ich vorläufig *Nucleus accessorius* nenne, dem *Ganglion tuberis* von *Honegger* entspricht, ist mir zweifelhaft, dagegen scheint mir der *Nucleus posterior lateralis* des basalen Opticusganglion von *v. Lenhossék* (Anat. Anz. 1887 S. 457 Fig. 2) eher mit demselben übereinzustimmen und ist auch die Grösse dieses Kernes von 1,0 : 0,5 mm ziemlich entsprechend. Eine zweite Zellenansammlung ohne scharfe Begrenzung findet sich ferner in dem kleinen dreieckigen Felde zwischen dem *Nucleus accessorius*, dem *Ganglion laterale* und dem *Ganglion mediale* dicht an letzterem und ganz oberflächlich gelegen. Diese Zellenmasse hängt unmittelbar mit ähnlichen Zellen zusammen, die einerseits lateral vom *Nucleus accessorius* weit in den Hirnstiel hineinreichen, andererseits an der lateralen Seite des *Corpus mammillare* dorsalwärts bis zum Markfeld H^2 von *Forel* sich erstrecken und hier

Fig. 622. *Regio hypothalamica* des Zwischenhirns des Menschen. 4 : 1. Nr. 65b. Zur Darstellung der *Corpora mammillaria*, an denen sichtbar sind: *Cf* das Säulchen des Fornix; *Ft* der Anfang des Haubenbündels; *Gl* das *Ganglion laterale*; *Gm* das *Ganglion mediale*. Ausserdem ist ventro-lateral bei *Nacc* ein accessorischer Kern umgeben von zerstreuten Zellen sichtbar. Für die anderen Bezeichnungen siehe S. 428.

eine grössere nicht scharf begrenzte Ansammlung bilden, die die ganze dorsale Seite des *Corpus mammillare* bedeckt. — Bei Besprechung des *Meynert*'schen basalen Opticusganglion wird auf diese Zellenmassen, die offenbar zum Theil den von *Honegger* beschriebenen entsprechen, weiter zurückzukommen sein.

Indem ich nun zur Schilderung des Faserverlaufes im *Corpus mammillare* übergehe, halte ich mich in erster Linie an das Kaninchen, das, wie ich mit *Gudden* und *Ganser* (S. 693) finde, diese Verhältnisse am deutlichsten zeigt, und beschreibe nacheinander Frontal-, Horizontal- und Sagittalschnitte, aus denen dann das Gesammtergebniss zu ziehen sein wird.

Von Frontalschnitten ist der vorderste in Fig. 623 dargestellte dem hintersten Abschnitte der Sehhügel entnommen und zeigt den Querschnitt der Zirbelbasis, des *Corpus geniculatum laterale* und des *Corpus Luysii*. An der Basis ist das *Tuber cinereum* sichtbar, zu beiden Seiten die *Columnae*

Fig. 623.

Fig. 624.

Fig. 623. *Thalamus opticus* eines Kaninchens. Präp. 178a. 5 : 1. *Cf Columnae fornicis; Cgld* und *Cglv Corpus geniculatum laterale dorsale* und *ventrale; CL Corpus Luysii; Cp Commissura posterior; FM Fasc. Meynert; Fm Fasc. Vicq d'Azyr; Ft* Haubenbündel; *Gl Glandula pinealis; H* Feld H von *Forel; Ncgr Nucleus centralis griseus; Nd Nucleus dorsalis; Nl Nucleus lateralis.*

Fig. 624. *Thalamus opticus* vom Kaninchen. Nr. 181a Buchstaben wie in Fig. 623. Ausserdem *Cgm Corp. gen. mediale; Cm Corpus mammillare; Qa* vorderer Vierhügel; *Sn Substantia nigra; dvF* dorso-ventrale Faserung; *lh* lateraler hinterer und *hl* hinterer lateraler Kern von *Nissl.*

fornicis und darüber der *Fasciculus thalamo-mammillaris* (*F. Vicq d'Azyr*), von welchem aus bereits scheinbar eine Ausstrahlung ventralwärts gegen die mediale Seite der *Columna fornicis* stattgefunden hat; welche nichts anderes ist, als ein Theil des Haubenbündels des *Corpus mammillare.*

In Fig. 624 ist nun das *Corpus mammillare* als eine scheinbar unpaare Zellenmasse von rechteckiger Gestalt aufgetreten, deren lateraler Seite die *Columnae fornicis* als kompakte Bündel anliegen. Diese Zellenmasse stellt den Vorläufer der weiter spinalwärts auftretenden medialen Ganglien dar, zeigt aber vorläufig kaum eine Andeutung einer Zusammensetzung aus zwei Hälften mit Ausnahme dessen, dass die zahlreich in derselben vorkommenden Nervenfasern in ihrer Mitte wie zwei bogenförmig auseinandertretende Züge, wie eine Art *Raphe*, bilden. Der *Fasciculus thalamo-mammillaris* ist dem *Corpus mammillare* näher getreten und steht mit demselben nun durch gut entwickelte Haubenbündel in Verbindung, die scheinbar von der ganzen ventralen Fläche desselben abgehen, mit ihren lateralsten Zügen tief in das *Corpus mammillare* eindringen, und dicht an der medialen Seite der *Columnae fornicis* bis in den ventralsten Theil desselben eintreten. Beachtung verdient folgendes: An der ventralen Seite der *Columnae fornicis* findet sich ganz oberflächlich zwischen denselben und dem *Pes pedunculi* gelegen ein dünnes Markblatt von Querschnitten, das schon im Schnitte Fig. 623 und in vielen anderen weiter cerebralwärts gelegenen vorhanden, Bogenfasern um den Gewölbeschenkel herum entsendet, welche in dem Schnitte der Fig 625 in ein dichtes Fasernetz übergehen, oder in demselben sich verlieren, das das ganze *Corpus mammillare* hier durchzieht. Zu diesen lateralen Bogenfasern gesellen sich andere, welche die Säulchen an der medialen Seite umgürten und diese scheinen von einer Serie zerstreuter Faserbündelchen auszugehen, die in Fig. 624 an der ventralen Seite der Säulchen wahrzunehmen sind und offenbar der 4. Fornixsäule von *Gudden* entsprechen (Ges. Abhandl. S. 193, Taf. 34 u. 35; siehe namentlich Taf. 34 Fig. 1, 2, 3, die linke Fornixsäule). So entsteht nach und nach wie eine aus konzentrischen Lagen bestehende Kapsel um die *Columnae fornicis*, die in der Fig. 626 schon deutlich erkennbar ist. Endlich ist noch zu erwähnen,

Fig. 625.

Fig. 625. *Thalamus* des Kaninchens. Nr. 184a. 4:1. Buchstaben wie vorhin. *Dh Decussatio hypothalamica*; *Trptr Tractus peduncularis transversus; Zi Zona incerta.*

dass in das *Corpus mammillare* auch eine gewisse Zahl dorsoventral verlaufender Fasern eingehen, die im centralen Grau von der Gegend der *Commissura posterior* an, unter der jederseits ein Bündel von Längsfasern sich findet, in dorso-ventraler Richtung gegen das *Corpus candicans* verlaufen und dicht an demselben leicht bogenförmig auseinandertreten.

Fig. 625 zeigt die erste bestimmte Andeutung einer Zusammensetzung des *Corpus mammillare* aus zwei Hälften. Der *Fasciculus thalamo-mammillaris*, der bis dahin als eine besondere Bildung von dem Haubenbündel zu unterscheiden war, ist nun nicht mehr mit Bestimmtheit von demselben zu trennen und machen beide zusammen den Eindruck einer Fasermasse, die immer mehr in das *Corpus mammillare* sich einsenkt in der Art, dass erst die lateralen, und dann auch die medialen Bündel in dasselbe eintreten. Das *Tuber cinereum* ist fast ganz geschwunden und liegt im nächsten Schnitte (siehe die spätere Fig. 628) das Körperchen frei an der Hirnbasis zwischen den beiden Hirnschenkeln. Dasselbe zeigt nun verschiedenes Neue. Erstens besteht die mediale Hauptmasse desselben nun aus zwei Abschnitten einem dorsalen, mit grösseren Zellen versehenen, an Fasern reicheren und einem ventralen hellen faserärmeren, an dem jedoch allmählich eine oberflächliche ventrale Markkapsel sich entwickelt. Diese beiden Abtheilungen entsprechen dem dorsalen vorderen und dem hinteren ventralen Ganglion, die *Gudden* zuerst beim Kaninchen unterschieden hat. Wie jedoch derselbe nachzuweisen vermochte, dass der *Fasciculus thalamo-mammillaris* im ventralen *Ganglion* sein Ende findet und das Haubenbündel des *Corpus mammillare* aus dem dorsalen Ganglion entspringt, ist mir unerfindlich (siehe auch *Honegger* S. 371), da beide Bündel dorsal vom *Corpus mammillare* so sich vermengen, dass ihre zwei Bestandtheile nicht mehr auseinander zu halten sind. Nur so viel ist sicher, dass nach der Vereinigung ein Theil der Bündel im dorsalen Ganglion sich verliert, ein anderer in das ventrale herabsteigt. Uebrigens betont ja *Gudden* selbst an vielen Stellen, dass beide Bündel einen gemeinsamen Ursprungsstiel haben und hat diese Meinung auch durch die berühmte Fig. 5 auf Taf. XXX seiner gesammelten Abhandlungen versinnlicht, in welcher erst am tiefen Ende des einfachen Stieles ein etwelches auseinandertreten der Fasern der vereinten Bündel zu den beiden Kernen des *Ganglion mediale* angedeutet ist. Eine Hauptbeachtung verdient ferner an diesem Schnitte das Auftreten des grosszelligen lateralen Ganglion an der ventralen und lateralen Seite der *Columnae*

Fig. 626.

Fig. 626. Frontalschnitt der *Regio hypothalamica* des Kaninchens. Nr. 190a. 4 : 1. Buchstaben wie bei Fig. 625. Ausserdem: *DF Decussatio Fornicis; Gl Ganglion laterale corporis mammillaris.*

fornicis. Ferner ist zu erwähnen eine Faserkreuzung dorsalwärts vom *Corpus mammillare,* die *Decussatio hypothalamica posterior.*

In der Fig. 625 waren die Säulchen des *Fornix* noch als zusammenhängende Bildungen vorhanden, nun aber beginnen dieselben sich zu entfalten und ist (Fig. 626) leicht zu sehen, dass ein Theil derselben in Faserbündel übergeht, die dorsalwärts verlaufend die von *Ganser* entdeckte Kreuzung der Fornixsäulen bilden. Im *Ganglion laterale,* das nun grösser ist, als früher, sind viele Querschnitte zu sehen, die später zum *Pedunculus corporis mammillaris* zusammentreten. Bemerkenswerth ist, dass der *Fasciculus thalamo-mammillare* mit den Haubenbündeln hier nur noch in Form kleiner dorsoventral und leicht bogenförmig verlaufender Bündel zu sehen ist, die nun das gesammte *Corpus mammillare* durchziehen. Neben diesen erscheinen aber im dorsalen Theile des medialen Ganglion viele Querschnitte, die offenbar auch auf den *Fasciculus thalamo-mammillaris* zu beziehen sind. Andere Fasern, die aus dem Innern der medialen Ganglien stammen, und dorsalwärts und ventralwärts die Säulchen des *Fornix* umgürten, um im lateralen Ganglion sich zu verlieren, stellen vielleicht Verbindungen beider Ganglien dar.

Fig. 627.

Von nun an zeigt das *Corpus mammillare* wieder einfachere Verhältnisse. In Fig. 627 ist das *Ganglion laterale* geschwunden und der *Pedunculus corporis mammillaris* (*Pcm*) gebildet. Die Kreuzung ist noch da, macht sich aber mit steiler verlaufenden Fasern als früher und scheinen ihre Fasern nicht mehr vom *Fornix* abzustammen, sondern vom *Ganglion laterale.* Das *Corpus mammillare* selbst bildet nun wieder einen einheitlichen birnförmigen oder dreieckigen Körper, der nach und nach rings herum eine Markkapsel entwickelt und auch im Innern eine gewisse Zahl von Nervenfasern enthält. Ein weiterer Schnitt Präparat 200a (Fig. 628) zeigt noch einen Rest der *Ganglia medialia.* Die *Pedunculi corporis mammillaris* sind nun ganz an die Basis des Mittelhirns gerückt und bilden eine kompakte Masse von Querschnitten. Lateral von denselben dicht am Hirnstiele findet sich nun ein neues Gebilde, der später zu schildernde *Tractus peduncularis transversus* und zwischen den *Pedunculi* stehen an die Oberfläche der rinnenförmig vertieften Mitte der *Substantia perforata postica* angrenzend, die *Meynert*'schen Bündel, die hier noch eine kompakte Masse von schief verlaufenden markhaltigen Faserbündeln bilden. Schon hier sind übrigens unter diesen Bündeln einzelne mit marklosen Elementen zu finden und im weiteren Verlaufe vermehren sich dieselben immer

Fig. 627. Frontalschnitt der *Regio hypothalamica* des Kaninchens. Nr. 194b. 4 1. Buchstaben wie bei Fig. 625. *Pcm Pedunculus corporis mammillaris.*

mehr, bis am Ende (Fig. 629) fast nur marklose Fasern übrig bleiben. Mittlerweile sind auch durch den *Pedunculus corporis mammillaris* durchtretende Oculomotoriuswurzeln aufgetreten, ferner ist der *Tractus peduncularis transversus*, der in 14 Schnitten, No. 198 bis 204b, sichtbar war, geschwunden und entwickelt sich dann eine immer deutlichere Ausstrahlung des *Pedunculus corporis mammillaris* in die *Substantia nigra* und durch den *Lemniscus medialis* in die Haube, die endlich zum gänzlichen Verschwinden dieses Faserbündels führt, während zugleich das *Ganglion interpedunculare* auftritt, das in Fig. 629 in den ersten Anfängen sichtbar ist. In Fig. 630 (No. 214a) ist dieses Ganglion gut entwickelt, dagegen der *Pedunculus corporis mammillaris* schon in der Auflösung begriffen. Die letzten Spuren desselben fand ich in den Präp. Nr. 218, in welchen, wie in Fig. 630, die Kreuzung der Bindearme dicht über dem *Ganglion interpedunculare* steht, und der *Lemniscus medialis* schon ganz nahe an der Basalfläche gelagert ist, aus welcher Lage ihn dann bald die Brückenfasern verdrängen.

Fig. 628.

Mit Bezug auf den Verlauf des *Pedunculus corporis mammillaris* ist nun noch folgendes hervorzuheben.

Fig. 629.

Während in den vorderen Ebenen die seitliche Ausstrahlung desselben ganz und gar in die *Substantia nigra* statthat, zeigt sich weiter gegen

Fig. 628. Frontalschnitt durch das Mittelhirn eines erwachsenen Kaninchens. II. Nr. 200. 5 : 1. *Weigert*. *Cgm Corpus geniculatum mediale; Cgr* centrales Grau, mit vielen senkrechten queren und Bogenfasern; *Cm Corpus mammillare* hinterster Theil; *Dv Decussatio tegmenti ventralis; FM Fasciculus Meynert; Lm Lemniscus medialis; Nr Nucleus ruber; Pcm Pedunculus corporis mammillaris; Pp Pes pedunculi; Qa* vorderer Vierhügel; *Sn Substantia nigra; Tptr Tractus peduncularis transversus; a* Aquaeductus; gr^1 gr^2 gr^3 äussere, mittlere und innere graue Zonen; w^1 w^2 w^3 äussere, mittlere und innere weisse Lagen des Vierhügels.

Fig. 629. Frontalschnitt durch den basalen Theil der Vierhügelgegend des Kaninchenhirns. Nr. 209b. 5 : 1. *FM Fasciculus Meynert; Pcm Pedunculus corporis mammillaris; III Oculomotorius.*

die Brücke zu um so länger um so mehr, dass die dorsalen Theile desselben in und durch den *Lemniscus medialis* ausstrahlen (Fig. 630), so dass am Ende diese Strahlung als die Hauptabzugsquelle der betreffenden Fasern erscheint. Ferner verdient Beachtung, dass der mediale Theil des *Pedunculus* nach und nach wie mit Bogenfasern zusammenhängt, die das *Ganglion interpedunculare* an seiner Dorsalseite bogenförmig umgürten. Solche Bogenfasern sind schon in weiter nach vorn gelegenen Ebenen (Präp. 211) andeutungsweise vorhanden und schienen mir z. Th. mit den beim *Ganglion interpedunculare* erwähnten Resten dunkelrandiger Fasern des *Fasciculus Meynert* zusammenzuhängen. Für die Aufklärung der Bedeutung dieser Bogenfasern ist es vielleicht auch nicht ohne Belang, dass dorsalwärts vom *Pedunculus corporis mammillaris* zwischen demselben und dem *Lemniscus medialis* eine Ansammlung grösserer Nervenzellen sich findet.

Ich wende mich nun zur Betrachtung von Horizontalschnitten des Kaninchengehirns, die in Ebenen angelegt wurden, die annähernd der Balkenebene parallel waren, immerhin etwas nach vorn geneigter verliefen, so dass einerseits das *Chiasma* und die vorderen Vierhügel, andererseits das *Corpus mammillare* und die hinteren Vierhügel in eine Ebene fielen. Von dieser Serie erwähne ich nur das Bemerkenswertheste.

III
Gip
Lm
Pp
Brc Pcm

Fig. 630.

Ein erster Schnitt (Fig. 631) zeigt das erste Erscheinen des *Corpus mammillare* in eigenthümlicher Form. Lateralwärts liegen in einer schiefen Linie 6—7 Querschnitte, die dem *Fasciculus thalamo-mammillaris* und den Haubenbündeln angehören, ohne dass sich unterscheiden liesse, welche dem einen, und welche dem anderen Strange zuzurechnen sind, und dann wird diese Reihe nach dem *Tuber cinereum* zu durch die *Columna fornicis* abgeschlossen. Von den Haubenbündeln ist das hinterste das dickste und zeigt auch an *Weigert*'schen Präparaten fast nur dunkle Fasern. Medianwärts von den grösseren Haubenbündeln liegt je ein rundlicher Kern *Gm*, der mit dem der anderen Seite durch feine sich kreuzende Nervenfasern verbunden ist und selbst aus einem dichten Fasernetze besteht, in das einige Ausstrahlungen des 2. und 3. Haubenbündels eintreten. An der vorderen Seite dieser zwei Kerne findet sich eine quere bandartige Kommissur, die an den verbreiterten Seitentheilen je einen Kern enthält und ihre quer verlaufenden Fasern z. Th. von einer Querfasermasse, den *Fibrae transversales* bezieht, die zwischen den *Columnae fornicis* und den benachbarten Haubenbündeln von der Seite her ins *Corpus mammillare* ziehen.

Fig. 630. Frontalschnitt der Basaltheile des Kaninchenhirns, Vierhügelgegend. Nr. 214a. 5 : 1. *Brc* Bindearmkreuzung; *Gip Ganglion interpedunculare; Lm Lemniscus medialis; Pcm Pedunculus corporis mammillaris; Pp Pes pedunculi; III Oculomotorius.*

Ausserdem verdient Erwähnung an diesem Präparate:

1. das *Ganglion opticum basale* im *Tuber cinereum*; 2. eine zarte Kommissur am Boden des Tuber, *Commissura tuberis*; 3. das basale Längsbündel zu beiden Seiten des *Corpus mammillare* zwischen ihm und dem Hirnstiele und eine Ausstrahlung desselben an der hinteren Seite des *Corpus mammillare* mit Fasern, die z. Th. sich kreuzen, z. Th. bis gegen den *Fasciculus Meynert* verlaufen und sich da verlieren; 4. das Vorkommen von einigen dunklen Faserbündeln zwischen *Corpus mammillare, Fasciculus Meynert* und *Lemniscus medialis,* die die erste Andeutung der Kreuzung der Fornixschenkel darstellen. Diese Bündel reichen z. Th. bis zum *Lemniscus medialis,* z. Th. biegen sie gegen den Hirnstiel um, ohne denselben zu erreichen, z. Th. endlich ziehen sie gegen das Basalbündel.

Fig. 631.

Fig. 631. Horizontalschnitt durch das Mittelhirn und die Mammillargegend eines Kaninchens. No. 159. S. I. Oc. I. K. T. *Weigert. Cf Columnæ fornicis*; *Cm* Kommissur des *Corpus mammillare*; *Ct Commissura tuberis*; *Df Decussatio fornicis*; *Dhp Decussatio hypothalamica posterior*; *FM Fasciculus Meynert*; *Fm Fasciculus thalamo-mammillaris*; *Ft Fasciculus tegmenti*, Haubenbündel; *Gm Ganglion mediale corporis mammillaris*; *Gob Ganglion opticum basale*; *Lm Lemniscus medialis*; *Pp Pes pedunculi*; *R Raphe*; *Tc Tuber cinerum*; *Trptr Tractus pedunculus transversus*, Hauptbündel; *Trptr*[1], *Trptr*[2] Nebenbündel des *Tractus*; *III Oculomotorius*.

Sehr auffallend war an diesem Schnitte das Vorkommen von drei besonderen *Tractus pedunculares transversi* (*Trptr 1—3*), auf das später weiter eingegangen werden wird.

Die Fig. 632 zeigt als Novum das Auftreten des lateralen Kernes und die mächtige Entwickelung des *Pedunculus corporis mammillaris*, ferner die reiche Entfaltung der Kreuzung der Fornixsäulchen (*DF*) und die allmähliche Auflösung derselben oder ihren Uebergang in diese Bündel, unter welchen letzteren jetzt schon starke vom hinteren Rande des *Corpus mammillare* verlaufende sich finden. Der mediale Theil des *Corpus mammillare* zeigt keine Zusammensetzung aus zwei Abtheilungen und erscheint als eine ganz zu-

Fig. 632.

sammenhängende Masse von Nervenfasern und Zellen, in der selbst zwei Hälften nur andeutungsweise geschieden sind. In diese Masse strahlen nun von fast allen Querschnitten des Haubenbündels (*Ft*) Faserzüge aus, die in einem dichten Fasergewirre im Innern sich verlieren, z. Th. die hintersten Theile des *Corpus mammillare* erreichen. Vom Basalbündel strahlen immer noch Fasermassen gegen die Haube aus, die theils an der medialen theils an der lateralen Seite des nun schon in der Gegend der *Substantia perforata postica* angelangten *Fasciculus Meynert* vorbeiziehen und sich theils in der *Raphe* theils im *Nucleus ruber* und im *Lemniscus medialis* verlieren.

Fig. 632. Die Mammillargegend des Kaninchenhirns. Nr. 166a. Stärker vergr. Buchstaben wie in Fig. 631. *Trptr Tractus peduncularis transversus* Hauptbündel.

Dicht vor dem *Corpus mammillare* ist am *Tuber cinereum*, das in der Figur nicht dargestellt ist, noch ein kleines rundes *Ganglion opticum basale* zu sehen und tiefer der Querschnitt des *Infundibulum.* Vom *Tractus peduncularis transversus* sind die kleinen Abschnitte verschwunden und nur der grösste (*Trptr*) sichtbar.

In Fig. 633 ist, verglichen mit der Fig. 632, besonders die Deutlichkeit hervorzuheben, mit der die *Columnae fornicis* in die Bogenfasern übergehen, die den Saum der *Corpora mammillaria* von hinten her umgürten und die sich kreuzenden Fasern derselben darstellen (*Cf*[1]). Das *Ganglion laterale* ist gut entwickelt und der *Pedunculus corporis mammillaris* auf einer Seite noch

Fig. 633.

mit demselben in Verbindung. Der *Tractus peduncularis transversus* ist nun schon bis an die Hirnbasis heruntergerückt und der *Fasciculus Meynert* ebenfalls in tieferer Lage. Zur Orientierung über diesen Schnitt und auch den der Fig. 632 dient die Fig. 634, in welcher das ganze Mittelhirn bei kleinerer Vergrösserung dargestellt ist.

Ich beschreibe nun noch einen Schnitt aus dieser Serie, der den Präparaten 182—186 entspricht und in Fig. 635 bei mittlerer Vergrösserung dargestellt

Fig. 633. Die Mammillargegend der Fig. 634 stärker vergrössert. Buchstaben wie dort. Ausserdem: *Cf Columna fornicis; Cf*[1] *Decussatio columnae fornicis; Ft Fasciculi tegmenti,* Haubenbündel; *FM* Ende des *Fasciculus Meynert; Gl Ganglion laterale* des *Corpus mammillare; Pcm Pedunculus corporis mammillaris; Spp Substantia perforata postica.*

ist. Derselbe geht vor der Brücke durch den hintersten Theil der Hirnstiele und das *Ganglion interpedunculare* und trifft an der dorsalen Seite den vorderen Theil der Rautengrube und das *Velum medullare superius*. Dieser Schnitt ist besonders deswegen wichtig, weil er das von Gudden entdeckte Ganglion zeigt, in welchem das Haubenbündel oder der *Fasciculus tegmenti Corporis mammillaris* enden soll. Gudden hat auch einen Horizontalschnitt abgebildet, in welchem dieses Ganglion, welches ich das tiefe Haubenganglion, *Ganglion tegmenti profundum Guddenii* nenne, dargestellt ist. (Ges. Abh. S. 191 Taf. XXX Fig. 4 *GG*), doch ist dieser Schnitt in einer anderen Ebene geführt, als die meinen, da er die *Commissura anterior*, die Fornixsäule und den ganzen Verlauf des Haubenbündels von der Stelle an, wo sich dasselbe vom *Fasciculus thalamo-mammillaris* abzweigt, bis zum genannten Ganglion darstellt. An meinen Schnitten sieht man auch in den Präp. 137 bis 141 die Abzweigung des Haubenbündels vom *Vicq d'Azyr*'schen Bündel und lässt sich dasselbe bis über den *Fasciculus Meynert* hinaus rückwärts verfolgen, jedoch nicht weiter, da die Schnitte vor dem Oculomotoriuskerne den *Aquaeductus* erreichen. Beiläufig bemerkt ist das, was in *Gudden's* Figur als Kern des dritten Nerven bezeichnet ist, nicht dieser, sondern der *Nucleus ruber*.

Fig. 634.

Die oben erwähnten Schnitte lehren übrigens noch etwas und zwar, dass die Haubenbündel nicht nur medial am *Fasciculus Meynert* vorbeiziehen, sondern auch durch denselben und an seiner lateralen Seite. Um wieder auf die Schnitte No. 182 — 186 zu kommen, so stellt an denselben das Gudden'sche *Ganglion profundum* als eine in dorso-ventraler Richtung 1,14 bis 1,42 mm hohe und 0,42 mm breite Masse sich dar, die dicht ventral am *Fasciculus longitudinalis dorsalis* beginnt und denselben lateralwärts noch etwas überragt. Von in das Ganglion eintretenden Haubenbündeln finde ich an meinen Schnitten nichts, doch sind solche an Frontalschnitten (in den Präp. 214 und folgenden der oben besprochenen Serie und in Figur 571) in der Weise zu erkennen, wie Gudden dieselben auf Taf. XXXII Fig. 6 — 7 dargestellt hat. An der dorsalen Seite des *Fasciculus longitudinalis dorsalis* liegt in der Fig. 635 sehr deutlich das unbenannte, ebenfalls von Gudden entdeckte *Ganglion Gtd* (l. c. S. 191 Taf. XXX Fig. 5 *d G*), welches ich das oberflächliche Ganglion der Haube (*Ganglion tegmenti dorsale Guddenii*) nenne. Dieses Ganglion misst 0,80 — 1,14 — 1,28 mm im Durchmesser und ist meist kugelrund, auch wohl länglichrund und liegt der Medianebene so nahe,

Fig. 634. Horizontalschnitt aus der Gegend des *Corpus mammillare* des Kaninchens. Nr. 169a. 4 : 1. *Fld Fasciculus longitudinalis dorsalis; Lm Lemniscus medialis; Nr Nucleus ruber* und *Radices oculomotorii; NIV Nucleus quarti; Pp Pes pedunculi; Qp Corpus quadrigeminum posterius; Sn Substantia nigra; Vms Velum medullare superius; IV Trochlearis; VIV Ventriculus quartus.*

dass zwischen beiden Ganglien nur ein Zwischenraum von 0,22 *mm* besteht. Obschon das *Gudden*'sche *Ganglion dorsale* durch eine Markkapsel ziemlich gut abgegrenzt ist, so setzt sich dasselbe doch lateralwärts in eine die ganze Dicke des grauen Beleges der Rautengrube einnehmende Zellenmasse fort, die bis an die Seitenränder der Grube reicht.

In dieses *Ganglion dorsale* nun lassen sich die zwei Faserbündel verfolgen, die vom *Ganglion interpedunculare* aus dorsalwärts steigen und zwar schien mir ein Theil dieser Bündel an der medialen Seite des *Fasciculus longitudinalis dorsalis* zu verlaufen, während ein anderer Theil denselben durchsetzte. Im Innern des Kernes findet sich eine Ausstrahlung der von der ventralen Seite eintretenden Faserbündelchen und im weiteren Verlaufe ein Gewirr von feinen Nervenfasern, während an der Oberfläche desselben an der dorsalen und z. Th. auch an der medialen und lateralen Seite querdurchschnittene mit anderen Worten longitudinal verlaufende Fäserchen sich befinden, die an Längsschnitten leicht weiter zu verfolgen sind.

Dem Gesagten zufolge scheinen die von den Zellen des *Ganglion interpedunculare* entspringenden Fasern in dem *Ganglion tegmenti dorsale* zu enden und von dessen Zellen neue Elemente von longitudinalem Verlaufe zu entspringen, wie dies schon im § 164 besprochen wurde.

Fig. 635.

Weiter zeigt dann dieser Schnitt auch das Ende des *Pedunculus corporis mammillaris*. Mit Bezug auf diese Frage haben sich bis jetzt nur *Forel*, *Ganser* und *Honegger* geäussert.

Fig. 635. Schiefer Horizontalschnitt eines Kaninchenhirns ungefähr parallel dem Balken in der Gegend der Hirnstiele. 13 : 1. Nr. 182—186. *Fdv* in dorsaler Richtung verlaufende, aus dem *G. interpedunculare* entspringende zwei Faserbündel, die theils zwischen, theils in die *Ganglia tegmenti dorsalia Gtd* ziehen; *Fld Fasciculus longitudinalis dorsalis; Gip Ganglion interpedunculare; Gtpr Ganglion tegmenti profundum Guddenii; Lm Lemniscus medialis; Pcm Pedunculus corporis mammillaris* in *RPcm* die *Radiatio pedunculorum* übergehend, die theils in das *Ganglion tegmenti dorsale*, theils in *XX* einen Nebenkern am Boden des *Ventriculus quartus* V_{IV} eintritt; *Pp Pes pedunculi; Vms Velum medullare superius; X* kleiner dorsaler Abschnitt des *Ganglion interpedunculare.*

Forel, der den Stiel des *Corpus mammillare* nicht unter diesem Namen beschreibt (Arch. f. Psych. Bd. VII. S. 432, S.-A. S. 40), lässt denselben aus der Schleifenschicht sich entwickeln, in der Weise, dass eine kleine Portion des Haupttheiles derselben in der Gegend des *Ganglion interpedunculare* sich nicht nach vorn, dorsal- und lateralwärts umbiege, sondern liegen bleibe und neben dem genannten Ganglion sagittal nach vorn zum *Corpus mammillare* verlaufe.

Ganser dagegen vermag diesen Ursprung nicht zu bestätigen (S. 696) und lässt den *Pedunculus corporis mammillaris* aus Fasern sich bilden, die von der *Substantia nigra* herkommen.

Honegger giebt über die Zusammensetzung des *Pedunculus corporis mammillaris* folgende eigenthümliche Schilderung (S. 365). An demselben betheiligen sich 1. ein Bündel der Fornixsäule derselben Seite, 2. Fasern aus der Fornixsäule der entgegengesetzten Seite, welche durch die *Decussatio hypothalamica posterior* ihren Weg zum *Pedunculus* nehmen, 3. Fasern aus der *Zona incerta* der entgegengesetzten und der gleichen Seite. Dagegen will *Honegger* nicht mit Sicherheit entscheiden, ob der *Pedunculus* auch Zuschuss aus den Zellen des *Ganglion laterale* erhalte, jedenfalls sei sicher, dass die Beziehung dieser Fasermasse auf das *Corpus mammillare* für einen grossen Theil ihrer Fasern nicht zutreffend sei. Was diesen Punkt betrifft, so kann ich für das Kaninchen mit *Ganser* dafür einstehen, dass *Honegger* im Unrechte ist und beweisen die Figg. 632 und 633 besser als viele Worte, dass das *Ganglion laterale* die Hauptursprungsstelle der betreffenden Fasern ist.

Mit Bezug auf die Endigungen des *Pedunculus corporis mammillaris* schliesst sich *Honegger* wesentlich an *Ganser* an, glaubt jedoch nicht, dass seine Elemente in der *Sömmering*'schen *Substantia nigra* enden, sondern lässt dieselben, wie ich, den Haubenbündeln dorsal von derselben sich beigesellen, ohne über das letzte Ende sich zu äussern.

In dieser Beziehung muss ich *Honegger* gegen *Ganser* Recht geben, dessen Schilderung nicht erschöpfend ist. Wie die Fig. 635 lehrt, strahlt der genannte Stiel in der Gegend des *Ganglion interpedunculare* fächerförmig aus. Die lateralen Fasern gehen ventralwärts vom *Lemniscus medialis* in die *Substantia nigra* ein und verlieren sich in dieser, z. Th. dringen dieselben scheinbar in den Hirnstiel ein; die mittleren Fasern, die die Hauptmasse ausmachen, dringen durch das Hauptbündel des *Lemniscus medialis* und die laterale Fortsetzung desselben hindurch, die medialen endlich liegen an der medialen Seite des *Lemniscus* zwischen demselben und dem *Ganglion interpedunculare* und schliessen sich im weiteren Verlaufe an die ventrodorsal aus diesem Ganglion austretenden Bündel an. Die letzten zwei Faserkategorien lassen sich an schiefen Horizontalschnitten und, wie wir später sehen werden, auch an Sagittalschnitten leicht verfolgen und dringen als radiäre, ventrodorsal verlaufende Faserbündelchen durch die ganze Haube, z. Th. durch die Kreuzung der Bindearme bis in das centrale Grau, wo dieselben im dorsalen Ganglion von *Gudden* und in der lateralwärts davon und hinter demselben gelegenen Zellenmasse ebenso sich verhalten, wie die Faserbündel aus dem *Ganglion interpedunculare*. Auch aus diesen Zellenmassen entwickeln sich zahlreiche longitudinal verlaufende Elemente, die mit denen aus dem *Gudden*'schen Ganglion

kommenden eine reiche Längsfaserung im centralen Grau erzeugen, die nichts anderes ist, als das dorsale Längsbündel des centralen Grau von *Schütz*.

Ich wende mich endlich noch zur Schilderung der wichtigen sagittalen Längsschnitte des Kaninchengehirnes und beschreibe zunächst solche, die genau die Mitte, dorsal den *Aquaeductus*, ventral das *Ganglion interpedunculare* und das *Chiasma* des Sehnerven treffen.

Von einem solchen Schnitte zeigt die Fig. 636 das *Ganglion interpedunculare* genau in der Mitte getroffen mit den angrenzenden Theilen und die

Fig. 636.

Fig. 637 ein einige Schnitte weiter seitlich gelegenes Segment. Da in diesem Schnitte die inneren Theile des Gehirns ganz ausgeführt sind, so lege ich denselben vor allem der Beschreibung zu Grunde. Der *Aquaeductus Sylvii* und der *Ventriculus* IV sind nahe der Medianebene getroffen. An der Decke beider findet sich das *Velum medullare anterius* (*Vma.*), in dem z. Th. dunkelrandige Fasern sichtbar sind, dann der hintere und vordere Vierhügel, in denen vor allem Kommissurenfasern vorkommen, endlich die *Commissura posterior* (*Cp*), mit Andeutungen des Zirbelstieles und weiter der *Tela chorioidea*

Fig. 636. Ein Theil eines sagittalen Medianschnittes eines Kaninchenhirns. Nr. 126b. 10:1. Buchstaben wie in den Figg. 638, 639. Ausserdem: *DBrc Decussatio brachii conjunctivi; Df Decussatio fornicis; RGip Radiatio Ganglii interpeduncularis.*

superior (*Tchs*). Im grauen Belag der Rautengrube erscheint das *Ganglion tegmenti dorsale* von Gudden (Figg. 636 und 637 *Gdt*) mit einem grösseren vorderen und einem kleineren hinteren Abschnitte und unweit davon die Kerne des IV. und III. Nerven (*N*IV, *N*III) als zusammenhängende stark vorspringende graue Masse. Dorsal von diesen Kernen ist im Boden des *Aquaeductus* noch ein diffuser Kern angedeutet. Die gesammte graue Bodensubstanz der Rautengrube und des *Aquaeductus* wird von feinen Längsfasern durchzogen, die das dorsale Längsbündel des centralen Grau von *Schütz* bilden (Figg. 636 und 637 *Flgr*) und um den Kern des III. Nerven herum sich biegend als relativ bedeutende Fasermasse an der Seitenwand des *Ventriculus* III gegen den Boden desselben herabsteigen und vor dem *Corpus mammillare* im *Tuber cinereum* (*T c*) ihr Ende erreichen. Weiter zeigt die Fig. 637 die Brücke *P*, das *Ganglion interpedunculare* mit den in die Haube und das centrale Grau ausstrahlenden ventrodorsalen Fasern desselben (*Gip. R.Gip* der Fig. 636) mit der *Substantia perforata postica* (*Gip*, *Spp*), die Oculomotoriuswurzeln und das basale Ende des *Fasciculus Meynert* (*FM*). Im *Corpus mammillare* ist die hintere basale Wölbung von einem weissen Saume von querdurchschnittenen Fasern umgeben, während im Innern der *Fasciculus thalamomammillaris* und die Ursprünge des *Fasciculus tegmenti* sichtbar sind. Die zwei dunklen Striche zwischen dem *Corpus mammillare* und dem *Fasciculus Meynert* bedeuten Bündel der gekreuzten *Columnae fornicis*, ebenso die intensive Strichelung bei *DF* in Fig. 636. Weiter sind in der Gegend des dorsalen Theiles des *Fasciculus retroflexus* eine Reihe Bündel der *Fasciculi tegmenti* (*Ft*) zu erkennen, und eine Strecke weit in ihrem Verlaufe nach hinten bis zu der Kreuzung der Bindearme (*DBrc.*) zu verfolgen, hinter welcher das *Ganglion tegmenti profundum* von Gudden (*Gtpr.*) zu sehen ist. Der *Fasciculus longitudinalis dorsalis* erreicht sein Ende erst vor dem Oculomotoriuskerne und gehören die oberen stärkeren gegen die Gegend des *Fasciculus Meynert* verlaufenden und ventralwärts vom Längsbündel des dorsalen Grau ziehenden und dann unmerklich sich verlierenden Bündel dem dorsalen Längsbündel an (Figg. 636 und 637 *Fld*). In den vorderen Theilen der Fig. 637 ist dargestellt die *Commissura anterior* mit einem dunklen und einem hellen Abschnitte, der *Thalamus opticus* und der *Nervus opticus* mit einem Querschnitte des *Chiasma*. Dorsalwärts und hinter demselben eine graue Ansammlung, die als *Ganglion opticum basale* bezeichnet werden kann. Besondere Beachtung verdient das Gewölbe. Von der Spalte im *Splenium corporis callosi* zieht der *Fornix longus* (*Fl*) zwischen dem Balken einerseits, dem Ammonshorn und dem Psalterium andererseits nach vorn und ventralwärts und spaltet sich nach und nach in zwei Theile, einen hinteren, der in die *Columnae fornicis* sich umbiegt und einen vorderen, der in das *Septum pellucidum* eintritt und in diesem, als sog. Riechbündel, bis zur Basis des Gehirns verläuft und hier in einer mächtigen Zellenansammlung sein Ende erreicht, die nichts anderes ist, als der Kern des Basalbündels von Ganser oder der vordere Theil des Kernes der Hirnschenkelschlinge von *Meynert* (*FF*, *Gb*).

Diesen Septumfasern gesellen sich auch eine gewisse Zahl von Fasern bei, die um das Balkenknie herumziehen. Vor dieser Riechstrahlung liegt endlich noch eine rundliche dreieckige Masse, das *Tuberculum olfactorium*, oder der

Fig. 637. Längsschnitt des Kaninchenhirns durch das *Corpus mammillare*. Nr. 119a. 5 : 1. *CA Cornu Ammonis*; *Ca Commissura anterior*; *Cc Corpus callosum*; *Cf Columnae fornicis*; *Ch Chiasma*; *Cm Corpus mammillare*; *Cp Commissura posterior*; *Cqa Cqp Corpora quadrigemina*; *DBrc* Kreuzung der Bindearme; *Fchs Tela chorioidea superior*; *FF Fibrae fornicis ad Septum*; *Fl Fornix longus*; *Fld* Ende des *Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *Flgr Fasciculus longitudinalis griseus*; *FM Fasciculus Meynert*; *Ft Fasciculus tegmenti*; *Fthm Fasciculus thalamo-mammillaris*; *Gb Ganglion basale*; *Gdt Ganglion dorsale tegmenti*; *Gh Ganglion habenulae*; *Gip Ganglion interpedunculare*; *Gtpr Ganglion tegmenti profundum*; *Lo Lobus olfactorius*; N_{III} N_{IV} *Nuclei III, IV*; *O Opticus*; *P Pons*; *PC Pedunculus Conarii*; *Ps Psalterium*; *Spp Substantia perforata postica*; *StK* Streifenhügelkopf; *Tc Tuber cinereum*; *Th Thalamus*; *Vma Velum medullare anterius*; *a Aquaeductus*; *III Radices tertii*.

Streifenhügelkopf (*StK*), das der Gegend der *Substantia perforata antica lateralis* angehört.

In zweiter Linie beschreibe ich nun einen Schnitt (Fig. 638) Nr. 108, der um 21 Schnitte lateralwärts von demjenigen der Fig. 637 absteht. In demselben sind die drei Faserbündel sichtbar, die in der Richtung auf das *Corpus mammillare* und die *Regio interpeduncularis* herabziehen. Einmal der *Fasciculus Meynert (F M.)*, dessen Ursprung mit verbreiterter Basis aus dem *Ganglion habenulae* (*G h*) deutlich sich zeigt. Weiter vorn steigt der *Fasciculus thalamo-mammillaris* (Bündel von *Vicq d'Azyr*) im *Tuberculum anterius* des *Thalamus* ganz unmerklich beginnend in *S* förmig gebogenem Verlaufe gegen das *Corpus mammillare* herunter, ohne dasselbe jedoch zu erreichen. Das ventrale Ende

Fig 638.

des Bündels wird von zarten Bogenfasern gekreuzt, die dem Haubenbündel des *Corpus mammillare* angehören. In ähnlichem Verlaufe steigt weiter vorn das

Fig. 638. Senkrechter Schnitt durch ein Kaninchenhirn lateral vom *Corpus mammillare* Nr. 108a. 5 : 1. *CA Cornu Ammonis; Cf Columna fornicis; Cp Commissura posterior; Cqa Cqp Corpora quadrigemina; DBrc* Kreuzung der Bindearme; *Fl Fornix longus; FM Fasciculus Meynert; Ft Fasciculus tegmenti; Fthm Fasciculus thalamo-mammillaris* (*Vicq d'Azyr*); *Gb Ganglion basale; Gh Ganglion habenulae; Gl Ganglion laterale corporis mammillaris; Lm Lemniscus medialis; Lo Lobus olfactorius; O* Opticus; *P* Pons; *Pcm Pedunculus corporis mammillaris; Ps* Psalterium; *Sp Septum pellucidum; StK* Streifenhügelkopf; *Strm Stria medullaris; Strm¹* Verbindung derselben mit der *C. fornicis*; *Vma Velum medullare anterius; V_{IV} Ventriculus quartus*; *III* Wurzeln des Oculomotorius; *x* Ausstrahlung des *Pedunculus C. mammillaris.*

Säulchen des Fornix herab und endet scharf abgesetzt im *Corpus mammillare*. Bemerkenswerth ist das Verhalten der *Stria medullaris thalami* zum dorsalen Ende des Fornixbündels, indem dieselbe hier dicht über der *Commissura anterior* in zwei Schenkel sich spaltet, einen der dorsalwärts umbiegend an den Fornix sich anschliesst, und einen ventralwärts gerichteten, von dem schon im § 164 die Rede war. Im *Corpus mammillare* ist der laterale Kern getroffen und der von demselben entspringende *Pedunculus corporis mammillaris* sichtbar, sowie bei *X* ein Theil seiner Ausstrahlung durch den *Lemniscus medialis* (*Lm*) in die Dorsalgegend der Haube hinter der Kreuzung der Bindearme.

Ein letzter ganzer Sagittalschnitt, den ich in der Fig. 639 vorlege, dient zur Darstellung des vorhin erwähnten absteigenden Bündels der *Stria medullaris*

Fig. 639.

thalami. Diese Stria hat nun jede Verbindung mit der *Columna fornicis* aufgegeben und steigt erheblich weiter als früher von der *Commissura anterior* entfernt mit leichter S förmiger Biegung gegen den Querschnitt des Chiasma herunter und verliert sich da etwas vor demselben in einer Zellenmasse, die an das bei den Figg. 637 und 638 erwähnte *Ganglion basale* angrenzt. Die weiteren Verhältnisse dieses Striabündels sind schon im § 164 besprochen, auf den ich hiermit verweise.

Fig. 639. Sagittalschnitt weiter seitlich als Fig. 638 vom Kaninchen. Nr. 93a. 5 : 1. Buchstaben wie bei Fig. 638 und ausserdem: *Blb* Basalbündel; *CL Corpus Luysii*; *Nc Nucleus caudatus*; *Pp Pedunculus cerebri*; *Sn Substantia nigra*; *Strm*[1] absteigender Theil der Stria; *Trptr Tractus peduncularis transversus* (Hauptbündel); *po Pars olfactoria Commissurae anterioris*.

Weiter ist in dieser Fig. das *Ganglion habenulae* mit einigen Ursprungsfasern des *Fasciculus Meynert*, ferner die Ausstrahlung des *Lemniscus medialis* in den *Thalamus*, ventral davon der grösste Zug des *Tractus peduncularis transversus* und noch mehr ventral die *Substantia nigra* und eine Spur des *Corpus Luysii* mit dem *Pes pedunculi* zu erkennen. Aus dem Basalkerne zieht nach hinten eine longitudinal verlaufende Fasermasse, die *Edinger* in seinem Schema Figur 42 als vom *Lobus olfactorius* kommend abbildet, wovon in meinen Schnitten nichts zu sehen ist, und als Riechstrahlung zum Zwischen- und Mittelhirn beschreibt. Es sind dies Fasern, die unzweifelhaft in die Gegend des *Pedunculus cerebri* und bis zu den Oculomotoriuswurzeln und zum *Lemniscus medialis* vor der Brücke sich verfolgen lassen. Noch bemerke ich, dass der *Fornix longus* an solchen Schnitten immer noch da ist, aber nicht weiter als bis zur *Fimbria* sich erstreckt und verweise ich in dieser Beziehung auf die Fig. 3 in meiner Mittheilung über den *Fornix longus* im Anatom. Anzeiger 1894 S. 47.

Fig. 640.

In einer letzten Figur 640 ist endlich das *Corpus mammillare* mit den zunächst

Fig. 641.

Fig. 640. *Corpus mammillare* und *Annexa* vom Kaninchen. Nr. 114b. 8 : 1. Sagittalschnitt.

Fig. 641. Frontalschnitt durch den Sehhügel und das *Corpus mammillare* der Maus. Nr. 81. 20 : 1. *Weigert*. *BLb* basales Längsbündel, von dem aus theils Querfasern *Ctr* in das *Corpus mammillare* eintreten, theils Fasern dorsalwärts in die *Zona incerta* ausstrahlen und mit einem rundlichen Kern versehen sind; *Cf Columnae fornicis; Cgl Corpus geniculatum laterale*, dorsaler Abschnitt; Cgl^1 dasselbe ventraler Theil; *Cp Commissura posterior; FM Fasciculus Meynert*; *Fm Fasciculus thalamo-mammillaris; Ft* Haubenbündel des *Corpus mammillare*; *Glp Glandula pinealis; Gm Ganglia medialia* des *Corpus mammillare*; H^1 Bündel von *Forel*; *Nl* lateraler Kern des *Thalamus*; *Nmed* medialer Kern desselben; *RP* Radiärfasern aus dem *Pes pedunculi* in den Sehhügel einstrahlend; *Strz Stratum zonale*; *Tro Tractus opticus* mit zwei Abschnitten, von denen einer in den *Pes pedunculi Pp* eindringt, der andere in das *Corpus geniculatum* und den Sehhügel weiter zieht; *Zi Zona incerta*.

angrenzenden Theilen dargestellt. Aus demselben sieht man den *Fasciculus tegmenti* bereits fast ganz ausgetreten und von einem Stücke des *Fasciculus thalamo-mammillaris* durchsetzt. Ein kleiner vorderer Theil des Haubenbündels ist noch im *Corpus mammillare* drin. Hier betone ich zugleich, dass ich an keinem Längsschnitte im Stande war, den *Fasciculus thalamo-mammillaris* in das *Corpus mammillare* hinein zu verfolgen. Vielmehr endete derselbe stets in der Gegend, die die Figur 640 darstellt, wie abgeschnitten, ein Umstand, der später näher gewürdigt werden soll. In das *Corpus mammillare* tritt von vorn her die Fornixsäule ein und geht wie in den *Pedunculus corporis mammillaris* über, was aber nur auf einem Scheine beruht und in Wirklichkeit nicht der Fall ist. Dieser *Pedunculus* kreuzt sich mit Oculomotoriuswurzeln. Ausserdem ist noch ein mittlerer Theil des *Fasciculus retroflexus* zu sehen.

Ausser beim Kaninchen habe ich noch das *Corpus mammillare* der Maus und der Katze an Schnitten untersucht, jedoch bei keinem dieser Geschöpfe die Verhältnisse so deutlich gefunden, wie beim Kaninchen, weshalb ich nur noch einige Zeichnungen zur näheren Erläuterung der hier vorkommenden Verhältnisse gebe.

Fig. 641 zeigt von der Maus die Gegend, wo das *Corpus mammillare* auftritt. *Gm.* ist eine graue Masse ohne Nervenfasern, die ich dem *Ganglion mediale* zurechne. An der dorsalen Seite derselben ist eine starke Querfaserung *Ctr* (Querfasern des *Corpus mammillare* von Ganser S. 692), die wesentlich aus dem basalen Längsbündel (*B L b*) zu stammen scheint und zwischen den *Columnae fornicis* (*Cf*) und den Haubenbündeln (*Ft*) und durch dieselben hindurchzieht. Der *Fasciculus thalamo-mammillaris* (*Fm*) schliesst sich unmittelbar an die Haubenbündel an, hat aber die Gegend des *Corpus mammillare* noch nicht erreicht. Lateral- und dorsalwärts davon ist ein rundlicher nicht bezeichneter Kern, der zum basalen Längsbündel in Beziehung zu stehen scheint. Weiter sind dann an diesem Schnitte noch besonders der *Fasciculus Meynert* und der *Tractus opticus* mit der *Corpora geniculata lateralia* sichtbar.

Ein zweites Bild giebt die Fig. 642 von demselben Geschöpfe 10 Schnitte weiter hinten, in welchem das *Corpus mammillare* ganz entwickelt ist. Dasselbe stellt einen scheibenförmigen einheitlichen Körper dar, der mit seinen seitlichen Rändern den Hirnstiel überragt. In diesen Rändern findet sich das grosszellige *Ganglion laterale*, in welchem der *Pedunculus corporis mammillaris* (*Pcm*) sich entwickelt, der dorsalwärts pinselförmig zerfährt. An der medialen Seite davon finden sich, ohne Abgrenzung mit demselben verbunden, die *Columnae fornicis* (*Cf*) die an der dorsalen Seite des *Corpus mammillare* die *Decussatio fornicis* (*Df*) bilden. Im Innern des *Corpus mammillare*, d. h. im medialen Ganglion (*Gm*), zeigt sich keine Abgrenzung in besondere Kerne, sondern nichts als ein zusammenhängendes Fasergewirr und Bündel, die dem *Fasciculus tegmenti* angehören. Medianwärts vom Hirnstiele findet sich hier der *Tractus peduncularis transversus,* dorsalwärts davon das Feld H^1, das hier wesentlich mediale Schleife ist. Der *Fasciculus Meynert* steht hier sehr tief und ist nahe an seinem Eintritte in das *Ganglion interpedunculare.*

Von der Maus kam auch eine Serie von Längsschnitten von *Golgi*'schen Präparaten zur Untersuchung und fand ich an derselben ein besonderes Verhalten der Fornixbündel des *Corpus mammillare*, das durch die nebenstehenden Zeichnungen Fig. 642 A 1 und 2 versinnlicht ist. In der Gegend, wo die *Columna fornicis* an der ventralen und vorderen Seite an das *Corpus mammillare* herantritt, giebt dieselbe ein Nebenbündel ab, welches bogenförmig um das *Corpus mammillare* herumzieht und an der dorsalen Seite desselben in der vorderen Haubengegend sich verliert. Dieses Haubenbündel der Fornixsäule entsteht, wie leicht nachzuweisen ist (Fig. 642 A 2), dadurch, dass alle Fornixfasern an einer bestimmten Stelle je eine Collaterale abgeben, oder wie man auch sagen könnte, in eine stärkere und eine feinere Faser sich theilen. Das Bild, das die Fig. 642 A 1 gewährt, entspricht übrigens nur einer gewissen Ebene, die der Medianebene näher liegt oder, genauer bezeichnet, der Grenzgegend zwischen dem *Ganglion laterale* und dem *Ganglion mediale*. Weiter lateralwärts breitet sich die Hauptfaserung der Fornixsäulchen so aus, dass sie mantelartig das ganze *Corpus mammillare* umgiebt und wie eine Markkapsel desselben darstellt. Aber auch in diesen Gegenden fehlen die Theilungen oder Collateralen der Fornixfasern nicht, nur bilden dieselben hier kein besonderes Bündel, weil sie über einen grösseren Raum sich ausbreiten. Was die Enden dieser Collateralen betrifft, so ist sicher, dass dieselben nicht im Innern des *Corpus mammillare*, sondern an der Dorsalseite desselben sich finden und mit Theilungen und einfachen Verästelungen statthaben, die der *Zona incerta* oder der vordersten Haubenregion angehören. Ich habe auch daran gedacht, ob dieses Haubenbündel des *Fornix* nicht vielleicht dorsal und hinter dem *Corpus mammillare* sich mit dem der andern Seite kreuze, eine Frage, die ich aus Mangel an günstigen Schnitten vorläufig unbeantwortet lassen muss. Immerhin ist soviel sicher, dass die Hauptkreuzung der Fornixsäulchen in dem Hauptbündel derselben und hinter dem *Corpus mammillare* statthat, wie oben nachgewiesen wurde. Beachtung verdient übrigens noch, dass die Fornixsäulchen, wie ich vor allem an *Golgi*'schen Präparaten vom Kaninchen fand, auch im Innern der *Corpora mammillaria* Collateralen und Endigungen abgeben.

Fig. 642.

Fig. 642. Querschnitt durch die Grenzgegend zwischen Mittelhirn und *Thalamus* von der Maus. 10 : 1. Nr. 86. *Weigert.* Zehn Schnitte hinter der Fig. 641. *Cf Columna fornicis*; *Cgl Corpus geniculatum laterale*, hinterster Theil; *Cgm Corpus geniculatum mediale*; *Df Decussatio fornicis*; *FM Fasciculus Meynert*; *Gm Ganglion mediale C. mammillaris*; H^1 Feld von *Forel*, hier mediale Schleife; *Pcm Pedunculus corporis mammillaris*; *Pp Pes pedunculi*; *Qa Corpus quadrigeminum anterius*; *Sn Substantia Sömmeringii (nigra)*; *Tro Tractus opticus*; *Trptr Tractus peduncularis transversus.*

Nach Schilderung des Verhaltens des *Corpus mammillare* des Kaninchens an Frontal-, Horizontal- und Sagittalschnitten und einiger Verhältnisse desselben

Fig. 642 A. 1.

Körpers bei der Maus bespreche ich nun noch den Faserverlauf in demselben und stelle das, was mir sich ergeben hat, in einer schematischen Figur 643 zusammen.

I. Der *Fasciculus thalamo-mammillaris* und das Haubenbündel von *Gudden* sind in einer ganz neuen Weise und abweichend von *Gudden* dargestellt. Von diesen zwei Bündeln musste man nach den bisherigen Daten

Fig. 642 A. 2.

Fig. 642 A. Aus einem Sagittalschnitte der *Regio thalamica* der neugeborenen Maus. Nr. 14. *Golgi*. 1. Bei Syst. II. Oc. I. k. T. gezeichnet. *Ca Commissura anterior*; *Cf Columna fornicis*; *Cf*[1] Haubenbündel derselben; *Cm Corpus mammillare*; *O Tractus opticus*; *Pp Pes pedunculi*; *Strm Stria medullaris*; *Tc Tuber cinereum*; *Thal Thalamus*, dorsale Fläche einen Theil des 3. Ventrikels begrenzend. 2. Die Collateralen der *Columna fornicis* von 1 bei Syst. V. Oc. I. kurz. Tubus gezeichnet.

annehmen, dass das letztere im *Ganglion tegmenti profundum* von *Gudden* entspringe, während von dem ersteren bisher unermittelt war, wo derselbe herkomme und ende. Seitdem ich jedoch gezeigt habe (Verh. der anatom. Gesellschaft in Strassburg April 1895), dass derselbe im *Nucleus dorsalis thalami* mit freien Endigungen ausgeht, welche Beobachtung fast gleichzeitig und unabhängig auch *Ramón* veröffentlicht hat (Apuntas para el Estudio del Bulbo raquideo etc. Madrid 1895, 99 S., 26 Holzschnitte), musste der Ursprung desselben, falls *Gudden's* Angaben richtig waren, im hinteren Kerne des *Corpus mammillare* gesucht werden. Nun habe ich aber bereits oben angegeben, dass es mir nicht möglich war, das Bündel von *Vicq d'Azyr* bis in das *Corpus mammillare* hinein zu verfolgen und dass dasselbe immer an einer gewissen Stelle, die die Fig. 640 wiedergiebt, als besonders unterscheidbares Bündel sich verlor und mit dem Haubenbündel sich vereinigte. Diese eigenthümliche Thatsache, die auch *Gudden* an mehrfachen Stellen andeutet und durch seine beberühmte Fig. 5 auf Taf. XXX der gesammelten Abhandlungen bildlich bekräftigt, scheint nun durch eine wichtige neue Beobachtung *Ramón's* aufgeklärt zu werden, die von neuem zeigt, welche grossen Fortschritte in unserer Erkenntniss des feinsten Baues des Nervensystems die *Golgi*'sche Methode zeitigt. Der so hervorragende spanische Gelehrte fand nämlich (l. c. S. 97 Fig. 26) bei jungen Mäusen, dass die Fasern des Bündels von *Vicq d'Azyr* und diejenigen des Haubenbündels aus gemeinsamen Stammfasern hervorgehen, die, nachdem sie aus der dorsalen Seite des *Corpus mammillare* herausgetreten sind, sofort unter annähernd rechten Winkeln sich theilen, und den einen Ast in das eine, den andern in das andere Bündel senden. *Ramón* vermuthet, dass alle Zellen des *Ganglion mediale* solche Stammfasern abgeben und würde somit die Unterscheidung von zwei Kernen im *Ganglion mediale,* wie *Gudden* sie vertheidigt, allen Halt verlieren.

Bei der grossen Bedeutung dieser neuen Angaben *Ramón's*, von denen ich Anfangs Juni Kenntniss erhielt, war es natürlich mein Erstes, mich selbst von dem geschilderten Verhalten zu überzeugen und da ich im Besitze zahlreicher Frontalschnitte *Golgi*'scher Präparate von Mäusen und Ratten und auch einer sagittalen Serie junger Kaninchen war, so konnte ich *Ramón's* Mittheilungen sofort nachprüfen. Hierbei ergaben sich nun allerdings Frontalschnitte wenig günstig. An einer einzigen Serie der Maus sah ich in Gegenden, in denen eben die Fasern beider Bündel von einander sich lösten, einige wenige unzweifelhafte Theilungen, die jedoch nicht hinreichten, um mir die volle Ueberzeugung von der Richtigkeit der *Cajal*'schen Entdeckung zu verschaffen. Dagegen hatte ich Gelegenheit, mich von einer schon früher gemachten, in dieser Frage nicht unwichtigen Wahrnehmung wiederholt zu vergewissern, nämlich der, dass die Faserbündel, die von der gemeinsamen Fasermasse, zu welcher der *Fasciculus Vicq d'Azyr* und das Haubenbündel dorsal sich vereinen, in das *Corpus mammillare* eintreten, in diesem auf längere Strecken als stärkere und schwächere Bündel sich erhalten und schliesslich, pinselförmig zerfahrend, mit ungetheilten und unverästelten Fasern sich verlieren, ein Verhalten, das voll beweist, dass alle diese Fasern im *Corpus mammillare* von Zellen entspringen. Würden dieselben hier enden, so müssten zahlreiche Endverästelungen an denselben vorkommen, wie solche an anderen Elementen im

Fig. 643. Sagittaler Medianschnitt des Gehirns des Kaninchen mit den in verschiedenen benachbarten Ebenen liegenden medianen Faserzügen schematisch dargestellt. 5 : 1. *Cf Columna fornicis* mit Umbiegung im *C. mammillare* und dorsaler Kreuzung; *Ch Chiasma*; *Cm Corpus mammillare*; *CQa* Vorderer Vierhügel; *Fl Fornix longus*; *FM Fasciculus Meynert s. retroflexus*; *Fmpr Fasciculus mammillaris princeps*; *Ftm Fasciculus tegmento-mammillaris* und Zusammenhang desselben mit dem dorsalen Längsbündel; *Fthm Fasciculus thalamo-mammillaris (Vicq d'Azyr)*; *Gdt Ganglion tegmenti dorsale* von *Gudden*, dahinter eine zweite Nervenzellenmasse; *Gh Ganglion habenulae*; *Gip Ganglion interpedunculare*; *Gprt Ganglion tegmenti profundum* von *Gudden*; *NCp* Kern der hinteren Kommissur; *P* Brücke; *PCm Pedunculus corporis mammillaris* und Ausstrahlung desselben; *Rgip* Ausstrahlung der im *Ganglion interpedunculare* entspringenden Fasern; *RS* Einstrahlung des *Fornix longus* ins *Septum pellucidum*; *StK* Streifenhügelkopf; *Strm Stria medialis thalami*; *Strmed*[1] absteigender Schenkel derselben: *Strmed*[2] an den *Fornix* sich anschliessender Theil; *III* dritter, *IV* vierter Kern.

Corpus mammillare genugsam sich finden.

Vollgültige Beweise für die Richtigkeit der *Cajal*'schen Angaben lieferten mir Sagittalschnitte neugeborener Kaninchen und verweise ich in dieser Beziehung auf die Figg. 644 und 645, die eine Uebersicht der beiden Bündel und des Stammbündels und eine Anzahl Theilungen der im *Ganglion mammillare* entspringenden Stammfasern naturgetreu wiedergeben. Die Theilungen geschehen meist unter nahezu rechten Winkeln und zwar an der Stelle, wo das Stammbündel auch bei schwächeren Vergrösserungen sich zu theilen scheint (s. *Gudden* Taf. XXX Fig. 5), mit anderen Worten da, wo das Haubenbündel sich umbiegt, doch kamen auch einzelne etwas tiefer, d. h. näher am *Corpus mammillare* gelegene, mehr spitzwinkelige Verästelungen vor. *Ramón* sah bei der Maus im Allgemeinen den Ast, der in den *Fasciculus Vicq*

Fig. 644.

Fig. 644. Sagittalschnitt durch das *Corpus mammillare* des neugeborenen Kaninchens und Annexa. *Golgi*, vergr. *Cm Corpus mammillare*; *Fmpr Fasciculus mammillaris princeps*; *Fthm Fasciculus thalamo-mammillaris*; *Ftm Fasciculus tegmento-mammillaris*; *FM Fasciculus Meynert.*

Fig. 645.

Fig. 645. Ein Theil der vorigen Figur stärker vergr. Die Fasertheilungen in vier Schnitten naturgetreu beobachtet und schematisch in Einen Schnitt eingezeichnet. *Golgi*. Buchstaben wie in Fig. 644.

d'Azyr einging, etwas stärker als den andern; beim Kaninchen ist gerade das umgekehrte die Regel. Ferner fand sich hier an der Theilungsstelle stets eine kleine Anschwellung und waren auch die Theiläste mit Varikositäten versehen. Auch an einer sagittalen Serie *Golgi*'scher Präparate der neugeborenen Maus, von der oben schon die Rede war, gelang es mir, von dem Vorkommen sich theilender Stammfasern der zwei in Frage stehenden Bündel mich zu überzeugen, doch war an diesem Objekte wegen des Vorkommens einer gewissen Zahl untergeordneter Bündelchen der Stammfasern die Beobachtung schwieriger als beim Kaninchen. Diesen eigenen Beobachtungen zufolge schliesse ich mich nun unbedingt an *Ramón y Cajal*'s Annahmen an und werde in Zukunft für das Stammbündel den Namen *Fasciculus mammillaris princeps* und für dessen beide Ausläufer die Bezeichnungen *thalamo-mammillaris* und *tegmento-mammillaris* verwenden. Dass die Fasern des Stammbündels des *Corpus mammillare* von den Zellen des *Ganglion mediale* entspringen, kann auch meiner Ansicht nach keinem Zweifel unterliegen, da einmal die Bündel derselben in allen Theilen des *Ganglion mediale* sich verbreiten, und keine andern namhaften Faserbündel aus demselben heraustreten. Ferner ist es nicht schwer an den Zellen dieser *Ganglien,* die mittelgross und meist strahlenförmig verästelt sind, Axonen nachzuweisen, die *Golgi*'s I. Typus folgen und hie und da, wie *S. Ramón* dies zeichnet (Fig. 26), in der Richtung auf die Stammfaserbündel zu verlaufen. Was den Verlauf und die Endigungen des *Fasciculus tegmento-mammillaris* betrifft, so stimme ich in sofern mit *Gudden* überein, dass auch ich die Bündel, die dieser Autor in seiner Taf. XXXII zeichnet, als Fortsetzungen desselben ansehe und von einem Uebergange in den *Fasciculus longitudinalis dorsalis*, den ich beim Menschen zu finden glaube, nichts Sicheres zu beobachten im Stande bin. Sowie das *Ganglion Guddenii profundum* auftritt, werden diese Bündel undeutlich und enden jedenfalls grossentheils in diesem Ganglion, welche Endigung nach dem oben Mitgetheilten nur eine freie sein kann.

II. Der *Pedunculus corporis mammillaris* (*Pcm*) entspringt im *Ganglion laterale* am weitesten lateralwärts, und sind dessen Endigungen im dorsalen *Gudden*'schen *Ganglion* (*Gdt*) und der benachbarten grauen Substanz am Boden des *Aquaeductus* dargestellt.

III. Die *Columnae fornicis* (*Cf*) sind mit einer Umbiegung im *Corpus mammillare* gezeichnet und enden gekreuzt in der Haube in der Nähe des rothen Kernes und der Kerne des *Oculomotorius* und *Trochlearis*. *Ganser* und *Gudden* scheinen der Ansicht zu sein, dass die *Columnae* ganz in die gekreuzten Bündel übergehen; ich habe jedoch beim Kaninchen gefunden, dass ein Theil ihrer Fasern im *Corpus mammillare* zwischen den Zellen desselben sich verästelt und endet, was auch von *Ramón* in seiner neuesten Arbeit (l. s. c. p. 97) behauptet wird. Ob nur das *Ganglion mediale,* oder auch das *Ganglion laterale* solche Fornixfasern erhält, weiss ich vorläufig nicht zu sagen. Wenn die Fasern des *Fasciculus mammillaris princeps* im *Ganglion mediale* entspringen und diejenigen des *Pedunculus corporis mammillaris* im *Ganglion laterale,* so frägt es sich, wo die zuleitenden Fasern herkommen, die auf die betreffenden Zellen wirken. Und da bieten sich in erster Linie die der *Colum-*

nae fornicis dar. Ausserdem wäre aber auch noch an zwei andere Fasersysteme zu denken und zwar erstens an die oben (S. 495) erwähnten dorso-ventralen Fasern, die in das *Corpus mammillare* eindringen und zweitens an die queren, aus der *Regio incerta* in dasselbe eintretenden Elemente (s. S. 494). Jedenfalls ist so viel sicher, dass das *Corpus mammillare* in allen Gegenden von einer grossen Menge Endverästelungen durchzogen wird, die an Golgipräparaten der Maus und des Kaninchens mit Leichtigkeit sich nachweisen lassen.

An den *Columnae* sind im *Tuber cinereum* einige Zuwachsfasern dargestellt (*Gudden*'s viertes Bündel), ferner hinter der *Commissura anterior* (*Ca*) die Verbindung mit einem starken aufsteigenden Bündel der *Stria medullaris thalami optici* (*Str. med*²). Weiter ist der Uebergang der *Columnae fornicis* in den *Fornix longus* (*Fl*) zu erkennen, sowie die Herkunft des letzteren aus der Umschlagsstelle des Balkenwulstes. Ein Theil dieses *Fornix longus* zieht als Riechstrahlung des *Fornix* (*RS*) in das *Septum pellucidum* herab und geht mit andern Strahlungen, die um das Balkenknie herumziehen, in eine grosse Ganglienmasse ein, die hinter dem Streifenhügelkopfe (*St K*) sich findet, und die ich dem basalen Ganglion von Ganser parallelisire; doch liess sich nicht ermitteln, ob die betreffenden Fasern in derselben entspringen oder enden.

IV. Weiter zeigt das Schema das *Ganglion habenulae* (*G h*) und die in demselben endende *Stria medullaris*, von der ausser dem mit den *Columnae fornicis* sich vereinigenden Theile, auch der lateral vom *Fornix* in die Gegend des *Chiasma* (*Ch*) absteigende Theil (*Str .med*¹) zu sehen ist, der pinselförmig sich verbreiternd in eine mit dem basalen Ganglion zusammenhängende Zellenmasse eingeht. Vom *Ganglion habenulae* geht mit breiter Basis der *Fasciculus retroflexus* aus (*FM*) und endet im *Ganglion interpedunculare* (*G ip*). In diesem beginnt eine dorsalwärts verlaufende Strahlung (*R g ip*), die zum *Ganglion dorsale tegmenti* und zu der medial von demselben befindlichen grauen Substanz des centralen Grau führt.

Das *Corpus mammillare* des Menschen bietet für das Studium des feinsten Baues viel grössere Schwierigkeiten dar, als dasjenige des Kaninchens, und kann ich nicht behaupten, denselben in ganz befriedigender Weise verfolgt zu haben, obschon mir zwei vollständige Serien von Frontalschnitten und eine solche von Sagittalschnitten *Weigert*'scher Präparate zur Verfügung standen. Vor allem mangelten mir auch brauchbare *Golgi*'sche Präparate, denn trotz aller Bemühungen wollte es nicht gelingen, bei Embryonen von vier und sechs Monaten, sowie bei Neugeborenen gute Färbungen der Fasern zu erhalten.

Geht man an Frontalschnitten von vorn aus (Fig. 646) so trifft man in erster Linie an beiden Seiten der weit nach dem *Tuber cinereum* ventralwärts gerückten *Columnae fornicis* eine Fasermasse, die dieselben bogenförmig umgiebt und eine fast geschlossene Kapsel um sie bildet. Mit dieser Markschicht hängt der schon in weiter nach vorn gelegenen Ebenen deutliche, früher schon besprochene Fortsatz x des Feldes H^2 von *Forel* (F^2) zusammen, dessen Bedeutung aus späteren Schnitten deutlich werden wird. An der medialen Seite der Säulchen bestand die genannte Markkapsel aus feinen parallelen Bogenfasern, die spärlich medianwärts bis nahe an das *Ependym* des dritten Ventrikels zu verfolgen waren, während dieselben an der lateralen Seite mehr unregelmässig ver-

liefen. An der ventralen Seite war die Markkapsel der Fornixsäulchen nicht geschlossen und verliefen die Faserzüge beider Seiten z. Th. bis an die Oberfläche des *Tuber cinereum* herunter, um da mit zwei etwas stärkeren ventrodorsalen Zügen *vd* und vd^1 sich zu vereinen, theils im Innern des *Tuber* sich zu verlieren. An der ventralen Seite des Tuber fanden sich deutlich neben einander drei Kerne oder Ganglien, die *Ganglia optica basalia* (*Gob*, Gob^1, Gob^2) ein laterales, dicht am Hirnstiele, ein mittleres und ein mediales grösseres. Doch waren auch zwischen diesen Ganglien Nervenzellen zu finden, die namentlich in dem lateralen ventro-dorsalen Faserzuge stärker entwickelt waren. Die Ganglien massen das laterale 1,99 Breite: 1,71 mm Höhe, das mittlere 2,13 : 2,13 mm, das mediale 3,0 : 1,42 mm.

Fig. 646.

Einige Schnitte weiter hinten traten nun zunächst an der medialen Seite der Fornixsäulchen in ventro-dorsaler Richtung verlaufende gebogene dichte Faserzüge auf, die von den Säulchen medianwärts bis zum *Ependym* des 3. Ventrikels sich erstreckten. Diese Fasermasse ergab sich schon im Schnitte 98b als aus 7—8 starken Bündeln gebildet und mit der Markhülle der Fornixsäulchen unmittelbar verbunden, wurde dann bereits im Schnitte 100b grösser als die

Fig. 646. Querschnitt durch die Gegend des *Tuber cinereum* des Menschen. Nr. 96a. 3:1. *Weigert.* F^2 Feld H^2 von *Forel; Fthm Fasciculus thalamo-mammillaris;* unterhalb der nicht bezeichneten *Columna fornicis* drei *Ganglia optica basalia Gob*, Gob^1, Gob^2 mit zwischen denselben gelegenen ventro-dorsalen Faserzügen *vd* und vd^1; *Pp Pes pedunculi*; *Tro Tractus opticus*; *X* zungenförmiger Fortsatz des Feldes H^2 von *Forel.*

Säulchen, zeigte graue Substanz im Innern und nahm auch das *Ganglion opticum basale medium* in sich auf, so dass das Ganze schon wie ein *Corpus mammillare* aussah. In dem Präp. 101a, Fig. 647 war dieser Körper nun voll gebildet und ergab sich, dass die erwähnten medialen Faserbündel nichts als die Haubenbahn des *Corpus mammillare* darstellen. Die lateralen unter denselben verloren sich nun nach kurzem Verlaufe in einem dichten Fasergewirre im *Ganglion mediale*, während die medialen eine dichte Markhülle um dasselbe bildeten und auch an dessen ventraler Seite nicht fehlten. Das *Tuber cinerum* war an diesem Präparate noch ziemlich gut entwickelt und zeigte noch Andeutungen der lateralen *Ganglia optica basalia* und der ventro-dorsalen Nervenfaserzüge.

Fig. 647.

Im weiteren Verlaufe treten die Verhältnisse ein, die die Fig. 648 darstellt, in welcher das *Corpus mammillare* nur noch von einem Reste des *Tuber cinereum* bedeckt ist, jedoch das *Ganglion laterale* und den Ursprung des *Pedunculus corporis mammillaris* sehr deutlich zeigt, auch wie früher schon beschrieben wurde von accessorischen Zellenmassen umgeben ist. Besonders bemerkenswerth ist in dieser Figur der Fortsatz des Feldes H^2, der in früheren Figuren mit x bezeichnet wurde. Derselbe steigt an der medialen Seite der *Columna fornicis* herab und schliesst sich den Haubenbündeln des *Corpus mammillare* an. In

Fig. 648.

Fig. 647. Frontalschnitt desselben Gehirns des Menschen, 10 Schnitte weiter hinten. Nr. 101a. *Weigert.* 3:1. *Cf Columna fornicis; Ftm Fasciculus tegmento-mammillaris; Tc Tuber cinereum; Tro Tractus opticus;* x Fortsatz des Feldes H^2 von *Forel* an das Haubenbündel sich anschliessend.

Fig. 648. *Regio hypothalamica* des Zwischenhirns des Menschen. 4:1. Nr. 65b. Zur Darstellung der *Corpora mammillaria*, an denen sichtbar sind: *Cf* das Säulchen des *Fornix*; *Ft* der Anfang des Haubenbündels; *Gl* das *Ganglion laterale*; *Gm* das *Ganglion mediale.* Ausserdem ist ventro-lateral bei *Nacc* ein accessorischer Kern von runder Form umgeben von zerstreuten Zellen sichtbar. Für die anderen Bezeichnungen siehe S. 428.

weiteren Schnitten tritt dann das *Corpus mammillare* ganz an die Basis der *Regio hypothalamica* und zeigt im *Ganglion mediale* durch eine Marklamelle eine Andeutung eines dorsalen und eines ventralen Kernes an, während der laterale Kern noch sehr deutlich ist. Zugleich lockert sich das Gefüge der *Columnae fornicis* in auffallender Weise und treten Nester grauer Substanz in denselben auf.

Im Präp. 110 treten nun auch die *Fasciculi thalamo-mammillares* an die Dorsalseite der *Corpora mammillaria* von der Seite heran und verschmelzen mit den hier gelegenen Faserbündeln, die oben als Haubenbündel bezeichnet wurden, ohne dass eine Grenze zwischen beiden zu finden wäre. Nach dieser Verbindung werden die genannten Bündel stärker, dagegen nimmt die mediale oberflächliche Markschicht auffallend an Dicke ab und werden die *Columnae fornicis* immer undeutlicher, d. h. reicher an grauer Substanz und ärmer an Fasern. Zuletzt schwindet die dorsale Bündelmasse der Haubenbahn und der *Fasciculus thalamo-mammillaris* ganz (Figg. 593, 594) und tritt zugleich mit der *Decussatio hypothalamica posterior* eine Kreuzung der Fornixsäulchen auf, die jedoch beim Menschen ungemein schwer zu erkennen ist, und von der ich nur in den Präp. 118 und 119 bestimmte Anzeichen sah in Faserzügen, die aus dem dorsalen medialen Theile des *Ganglion mediale* austraten und schief dorso-lateralwärts nach der entgegengesetzten Seite zogen. An dieser Kreuzung betheiligten sich auch Fasern, die auf den *Pedunculus corporis mammillaris* zurückzuführen waren.

Ueber den weiteren Verlauf der Haubenbündel des *Corpus mammillare* gaben mir meine Frontalschnitte keine Auskunft, eben so wenig wie über das Verhalten des *Pedunculus Corporis mammillaris.* Die grösste Beachtung verdient, dass von einem Eindringen des *Fasciculus thalamo-mammillaris* in das *Corpus mammillare* auch nicht die leiseste Spur zu sehen ist, welche Thatsache in vollem Gegensatze zu der Behauptung von *Gudden* steht, dass dieses Bündel mit dem vorderen Kerne des medialen Ganglion des *Corpus mammillare* sich verbinde. Geht man der Sache auf den Grund, so ergiebt sich, dass das *Vicq d'Azyr*'sche Bündel einfach von der lateralen Seite her mit den Haubenbündeln sich vereinigt und keine Fasern an das *Corpus mammillare* abgiebt. Diese Vereinigung macht sich übrigens in einer sehr verwickelten, schwer zu beschreibenden Weise, indem die Fasern beider Bündel mannigfach gebogen verlaufend sich durchflechten, welche Durchflechtung an der dorsalen medialen Ecke der Markschicht des *Corpus mammillare* beginnt. Nach dem, was oben über die neuen Beobachtungen *Ramón's* über die Beziehungen der hier besprochenen beiden Bündel des *Corpus mammillare* bei der Maus und von meinen entsprechenden Beobachtungen beim Kaninchen gemeldet wurde, deute ich meine Beobachtungen beim Menschen in derselben Weise und nehme auch hier für beide Faserarten besondere Stammfasern an, die von den Zellen des medialen Ganglion entspringen und im Verlaufe je in zwei Fasern, eine des Haubenbündels und eine des *Vicq d'Azyr*'schen Bündels sich theilen. An Frontalschnitten macht sich diese Theilung für beide Bündel in derselben Medianebene und stellt sich so die Eigenthümlichkeit heraus, dass das gegen das *Corpus mammillare* herunterziehende *Vicq d'Azyr*'sche Bündel einerseits und das Haubenbündel in seinem weiteren Verlaufe nach hinten andererseits ganz dieselbe Stellung einnehmen, eine Thatsache, die mir, als die Zeichnungen des

§ 159 angefertigt wurden, noch nicht bekannt war und die daher zu einigen irrthümlichen Bezeichnungen Veranlassung gegeben hat. So ist in den Figg. 589, 590, 591 und 595 mit *Fm* der *Fasciculus thalamo-mammillaris* richtig bezeichnet, während in den Figg. 587, 588 und 593 die Buchstaben *Fm* das Haubenbündel bedeuten.

Um dies deutlich zu machen will ich nun die weiteren Schicksale des Haubenbündels verfolgen. Nachdem dieses Bündel und der *Fasciculus thalamo-mammillaris* an der dorsalen Seite des *Corpus mammillare* sich vereinigt haben, bleiben dieselben nur kurze Zeit in Verbindung und schlägt dann das Haubenbündel einen besonderen Verlauf nach hinten und dorsalwärts ein und kommt hierbei so genau an die Stelle des früheren *Vicq d'Azyr*'schen Bündels zu liegen, dass eine Verwechselung beider leicht begreiflich ist. Anfänglich von der Gestalt einer langgezogenen Ellipse oder Spindel (Fig. 594, in welcher auf der rechten Seite *Fm* das bereits für sich verlaufende Haubenbündel bedeutet, während dasselbe links noch mit der Stammfaserung in Verbindung ist), wird

Fig. 649.

im weiteren Verlaufe diese Spindel immer kürzer und löst sich endlich in ein System von kleinen Bündeln auf, die den dorsalen Theil des Feldes H^1 von *Forel* umsäumen, ja wenn ich recht gesehen habe, denselben eigentlich bilden. Da noch Niemand die Haubenbündel des Menschen in ihrem weiteren Verlaufe untersucht hat und Alles, was wir bisher durch *Gudden* über dieselben wussten, auf das Kaninchen sich bezieht, so war es mir von Interesse, dieselben an meinen zwei Frontalschnittserien vom Menschen zu verfolgen und da ergab sich mir dann das überraschende Resultat, dass diese Bündel schliesslich eine solche Lage annehmen, dass sie von den in einem früheren § beschriebenen, in dorsoventraler Richtung vor dem rothen Kerne verlaufenden Bündeln des *Fasciculus longitudinalis dorsalis* nicht mehr zu unterscheiden sind. Was man sieht ist genauer bezeichnet folgendes. Nachdem die Haubenbündel die Lage angenommen haben, die die Fig. 649 deutlich macht, in welcher dieselben irrthümlich mit

Fig. 649. Derselbe Schnitt wie Fig. 588. 3 : 1. *Ch* Kommissur der *Nuclei hypothalamici, dm* dorsales Mark derselben. Beziehungen des Feldes H^2 zum *Nucleus hypohalamicus*, zum Hirnstiele und zum *Globus pallidus*. Die anderen Bezeichnungen s. S 428.

Fm bezeichnet sind, bleiben dieselben an der dorso-medialen Seite des Feldes H^1 von *Forel* liegen, nehmen allmählich, indem sie sich verkleinern und verschmälern, wie in der linken Seite der Fig. 649, ein lockeres Gefüge an und treten dann nach und nach Querschnitte von Längsbündelchen an ihre Stelle, die zuletzt eine einfache Reihe bilden, wie die Figur 650 dies von dem Präp. 127 wiedergiebt. Bald tritt nun auch in dem dicker werdenden Felde H^1 von *Forel* der vorderste Theil des *Nucleus ruber* auf und ergiebt die weitere Prüfung der hinteren Schnitte, dass diese Querbündel in den *Fasciculus longitudinalis dorsalis* übergehen. Ob die genannte Querbündelreihe wirklich aus dem *Fasciculus tegmento-mammillaris* hervorgeht und zu demselben gehört, liess sich allerdings nicht mit voller Bestimmtheit entscheiden, immerhin sprach eine grosse Wahrscheinlichkeit für diese Annahme. Auch kann noch beigefügt werden, dass diese Haubenbündelreste ebenfalls durch eine bogenförmige Kommissur zusammenhängen, die den dorsalsten Theil der *Commissura hypothalamica posterior* bildet, wie eine solche auch bei dem vordersten Ende des dorsalen

Fig. 650.

Längsbündels im § 160 nachgewiesen wurde. Auf der andern Seite ist zu beachten, dass beim Kaninchen nach meinen Erfahrungen, die in vollem Gegensatze zu denen von *Honegger* stehen, dagegen mit denen *Gudden's* übereinstimmen, die Haubenbündel und der *Fasciculus longitudinalis dorsalis* ganz bestimmt besondere Bildungen darstellen.

Ueber das Verhalten des *Fornix* beim Menschen geben Frontalschnitte keine sichere Auskunft und was den *Pedunculus corporis mammillaris* anlangt, so habe ich auch über diesen nicht viel ermitteln können. Schon von vorn herein lässt sich aus der relativen Kleinheit des *Ganglion laterale*, verglichen mit demjenigen von Säugern, entnehmen, dass dieses Bündel beim Menschen keine grössere Rolle spielt und in der That zeigt sich auch, dass die Fasern, die aus dem *Ganglion laterale* entspringen (Fig. 648) eine nur geringe

Fig. 650. *Regio hypothalamica* des Menschen, Frontalschnitt. Nr. 127. *Weigert.* 3 : 1. *CL Corpus Luysii*; *Dhp Decussatio hypothalamica posterior*; H^1 und H^2 Felder von *Forel*; *Lb* Längsbündel als Fortsetzung des *Fasciculus tegmento-mammillaris*; *Pp Pes pedunculi*; *Sp Substantia perforata*; *VIII Ventriculus tertius.*

Entwickelung darbieten. Verfolgt man dieselben dorsalwärts, so findet man, dass ein Theil derselben bogenförmig um die dorsale Fläche der *Columnae fornicis* herumzieht und sich unbestimmt wie verliert, während ein zweiter, in weiter rückwärts gelegenen Schnitten grösserer Abschnitt in derselben Höhe in Längsfasern sich umbiegt und zwischen dem Hirnstiele, dem *Corpus mammillare* und dem Felde H^2, somit in der *Zona incerta*, ein dunkleres annähernd dreieckiges Feld darstellt. An der Bildung dieses Feldes betheiligen sich auch Fasern, die wie aus dem Hirnstiele herauskommen und vielleicht z. Th. mit dem hier befindlichen Zellenkerne zusammenhängen. Das betreffende Feld von Querschnitten ist übrigens in keiner Weise schärfer begrenzt und auch nicht von ferne mit dem zu vergleichen, was man beim Kaninchen findet (Figg. 630, 633) und ist es mir an weiter nach hinten gelegenen Schnitten nicht geglückt, beim

Fig. 651.

Menschen eine Bildung zu finden, die ich als Stiel des *Corpus mammillare* hätte ansprechen können. Doch will ich nicht bestreiten, dass unter den zahlreichen querdurchschnittenen Fasern, die in der Gegend der *Substantia perforata postica* zwischen dem *Corpus mammillare* und den Oculomotoriuswurzeln sich finden, nicht ein Theil auf Fasern zu beziehen sei, die im *Ganglion laterale* entspringen.

Fig. 651. Sagittalschnitt durch das Gehirn des Menschen aus der *Regio hypothalamica*. Nr. 28a. 3 : 1. *Weigert*. *Ca Commissura anterior; Cf Columna fornicis; Cfd* dorsaler Schenkel der Fornixsäule; *Cfv* ventraler Schenkel derselben; *CL Corpus Luysii; Cm Corpus mammillare* in seinen lateralen Theilen getroffen; *FM Fasciculus Meynert; Fthm Fasciculus thalamo-mammillaris; Gb Ganglion basale (Nucleus ansae peduncularis M.); Gt Ganglion tuberis; H* Feld *H* von *Forel; Nl Nucleus lateralis* und Anfang des *Pedunculus corporis mammillaris; Nr Nucleus ruber; Oc Oculomotorius; Pp Pes pedunculi; Rthfr Radiatio thalami frontalis; Sn Substantia nigra; Stith Stilus inferior thalami; Strmed*[2] absteigender Theil der *Stria medullaris; Th Thalamus; Tro Tractus opticus* mit der *Commissura Meynert CM* und den *Ganglia optica basalia Gob,* vor, hinter und dorsal von demselben.

Wichtige Aufschlüsse gaben mir **zweitens** eine vollständige Serie von **Sagittalschnitten** der *Regio hypothalamica* und des Zwischenhirns des **Menschen**, von denen ich folgende besonders hervorhebe.

1. Die *Columnae fornicis* treten in **mehrere Bündel gespalten** in das *Corpus mammillare* ein (Figg. 651, 652) und unterscheide ich einmal ein **ventrales** Hauptbündel (*Cfv*), das, am meisten lateralwärts gelegen, mit mehreren Abtheilungen in den ventralen Theil des *Ganglion mediale* eingeht und bald den ganzen ventralen Rand desselben umsäumt. Im weiteren Verlaufe entwickelt dieses Bündel in seinem hintersten Abschnitte eine mächtige Lage von Querfasern (Fig. 652 *Cfv*), deren Elemente nach und nach in die *Substantia perforata postica* und den Hirnstiel eintreten und in diesem viel-

Fig. 652.

leicht gekreuzt rückwärts gegen die Brücke zu verlaufen, wobei sie nach der Dorsalseite zu konvexe Bögen beschreiben.

Viel stärker als dieses Bündel ist das weiter medianwärts gelegene **dorsale** Fornixbündel (Fig. 652 *Cfd*), welches den dorsalen Theil des *Corpus mammillare* durchzieht und ausserdem mit einem stärkeren Abschnitte noch dorsalwärts von demselben seine Lage hat. Nach hinten zu gehen auch diese Bündel, wie die ventralen, in querverlaufende Elemente über, bilden da, wo die Haubenbündel

Fig. 652. Sagittalschnitt aus der *Regio hypothalamica* des Menschen. Nr. 39b. 23 Schnitte weiter medianwärts als Fig. 651. *Weigert.* 3:1. Buchstaben wie dort. Ausserdem: *Blfr* Basaltheil des *Lobus frontalis*; *Cfv* ventraler Theil der *Columna fornicis* mit einem hinteren Querbündel; *Lt Lamina terminalis*; *Nc Nucleus caudatus*; *Rc Rostrum corporis callosi*; *Strm*[1] in der Fig. 653 Theil der *Stria*, der an die *Columna fornicis* sich anschliesst; *Tc Tuber cinereum*; *Trptr Tractus peduncularis transversus (?)*.

auftreten, nur noch ein kleines Feld von Querschnitten, dicht ventral von den genannten Bündeln, und scheinen wie die ventralen Bündel im Hirnstiele sich zu verlieren, ob mit oder ohne Kreuzung, war nicht zu entscheiden.

Von einem Eintreten von Fornixfasern in das *Corpus mammillare* fand ich keine voll beweisenden Bilder, doch bin ich auch nicht in der Lage zu behaupten, dass beim Menschen die Hauptmasse der Fornixsäulchen das *Corpus mammillare* einfach durchläuft, wie beim Kaninchen, indem namentlich vom ventralen Fornixbündel an vielen Stellen Fasern und kleine Faserbündel scheinbar in das Innere des *Ganglion mediale* sich abzweigen, deren Herkunft, ob von den Zellen des Ganglion oder von den Fornixfasern stammend, nicht zu bestimmen war.

Fig. 653.

2. Das *Ganglion laterale* tritt an Sagittalschnitten nicht so schön zu Tage, wie an Querschnitten, doch ist dasselbe etwas ventralwärts von der Mitte als ein langer schmaler Zug grösserer Zellen bestimmt wahrzunehmen (Fig. 651 *Nl*). Besonders deutlich aber war der *Pedunculus corporis mammillaris* in seinem Ursprunge aus diesem Ganglion zu erkennen und zogen seine Fasern in Form zarter Bündel oder vereinzelt bogenförmig dorsal- und rückwärts in den Hirnstiel, wo dieselben jedoch nicht weiter zu verfolgen waren.

Fig. 653. Sagittalschnitt durch die *Regio hypothalamica* des Menschen. Nr. 49 a. 3 : 1. 18 Schnitte weiter medianwärts als Fig. 652. Buchstaben wie in den Figg. 651 und 652. Ausserdem: *Fcr Fornix cruciatus* (?); *Fld Fasciculus longitudinalis dorsalis; Fmpr Fasciculus mammillaris princeps; Gb Nucleus basalis (N. ansae peduncularis M.); P Pons; Ps Pedunculus septi; Strm Stria medullaris* am *Thalamus.*

3. Ungemein deutlich waren dagegen die Verhältnisse der **Haubenbündel** und der *Fasciculus thalamo-mammillaris* (Fig. 651—654). Der letztere zog breit im *Nucleus dorsalis thalami* entspringend, oder besser ausgedrückt, wurzelnd in nahezu senkrechter Richtung gegen das *Corpus Luysii* herab (Fig. 651) und bog sich dann an der medialen Seite desselben vorbeiziehend leicht vorwärts und medianwärts gegen das *Corpus mammillare* herab. So kam es, dass dieser Strang noch in der Höhe des *Corpus Luysii* erst als schiefer Schnitt und dann nahezu als Querschnitt (Fig. 652) in die Erscheinung trat und in dieser Gestalt dem *Corpus mammillare* immer mehr sich näherte. Bevor er dasselbe jedoch erreicht hatte, entwickelten sich aus dem *Ganglion mediale* die Haubenbündel erst vereinzelt, zuletzt jedoch als starker oberflächlicher Bogenzug in der vorderen und dorsalen Peripherie des Ganglion (Figg. 653 und 654 *Fmpr.*) und mit diesem Bogenzuge verschmolz das Ende des Bündels von *Vicq d'Azyr* untrennbar. Immerhin liess sich bei genauer Prüfung der Vereinigungsstelle nachweisen, dass die Haubenbündel an der medialen Seite des *Vicq d'Azyr*'schen Bündels, obschon mit demselben verschmolzen, doch deutlich erkennbar bogenförmig, mit dorsaler Konvexität nach hinten zogen und in einen starken Zug von Längsbündeln übergingen, der dicht dorsal am rothen Kerne gelegen um denselben herum nach hinten zog und im weiteren Verlaufe in das dorsale Längsbündel überzugehen schien. Weiter gegen die Medianebene zu verlor sich jede Spur einer Sonderung des *Fasciculus* des *Vicq d'Azyr* und der Bogenfasern des Haubenbündels und war alles, was von diesen Theilen noch zu sehen war, ein bogenförmiger Zug von Fasern, der nach hinten und dorsalwärts mit einer keulenförmigen starken Anschwellung das *Corpus mammillare* überragte, in welcher dasselbe Gewirr von in verschiedenen Richtungen verlaufenden Bogenbündeln sichtbar war, das früher schon an den Frontalschnitten geschildert wurde. Somit ergaben auch Sagittalschnitte dasselbe Resultat, wie Querschnitte mit Rücksicht auf das Verhalten des *Fasciculus thalamo-mammillaris* und *tegmento-mammillaris* zu einander und darf nun wohl, gestützt auf diese Prüfung *Weigert*'scher Präparate, auch für den Menschen, ebenso wie für die Maus und das Kaninchen, der Satz als gesichert gelten, dass die genannten zwei Bündel zu Einem Fasersysteme gehören, und dass höchstwahrscheinlich die eine Abtheilung dieses Systemes, nämlich der *Fasciculus tegmento-mammillaris* in das dorsale Längsbündel übergeht und einen wesentlichen Bestandtheil desselben bildet.

Fig. 654.

Zum Schlusse bespreche ich endlich noch die **Elementartheile** des **menschlichen** *Corpus mammillare*, von denen es mir bis jetzt nur gelang

Fig. 654. Das *Corpus mammillare* und *Annexa* des Menschen, 6 Schnitte weiter lateralwärts als Fig. 653. Nr. 46a. 3 : 1. Buchstaben wie dort. Ausserdem: *Trptr Tractus peduncularis transversus* (?).

von den Zellen gute Präparate zu erhalten. Im *Ganglion laterale* messen die Zellen 35—45 μ und sind mehr von gestreckter Form selbst spindelförmig, mit langen, mässig reich verästelten Ausläufern, so dass dieselben den später zu beschreibenden Strahlenzellen des *Thalamus* gleichen. Im *Ganglion mediale* dagegen finde ich eine etwas abweichende Zellenform (Figg. 655, 656), indem hier die Ausläufer der 20—30 μ grossen, mehr drei- und viereckigen Zellen häufig vorwiegend nach einer Seite stehen, auch wohl bogenförmig verlaufen, so dass dieselben einigermassen an die Elemente der grossen Olive und des *Nucleus dentatus cerebelli* erinnern. Die Protoplasmafortsätze sind häufig mit feinen Dornen besetzt, 0,16—0,21 mm lang und an den Enden oft ziemlich reich verästelt. Die Axonen entspringen immer vom Zellenkörper, sind meist dorsalwärts gerichtet und ohne Collateralen. Diese eigenthümlichen Zellen stehen oft in Häufchen ziemlich dicht (Fig. 656) und erfüllen den medialen Kern ganz und gar mit Ausnahme der Markzone, in welche dieselben jedoch auch oft hineinragen. Neben diesen Zellen waren an meinen Objekten nur noch einige Gliazellen gefärbt und hatte ich leider keine Gelegenheit, mich zu überzeugen, ob auch beim Menschen jene oben geschilderten centrifugalen Endfasern und Endbüschel vorkommen, die ich vom Kaninchen, hier sicher von den Fornixsäulchen abstammend, und auch von der Maus beschrieben habe, wo auch *S. Ramón* dieselben sah.

Fig. 655.

Den Faserverlauf im *Corpus mammillare* betreffend, so erwähne ich in erster Linie, dass durch *Gudden* zuerst nachgewiesen wurde, dass die Säulchen des *Fornix* und das *Vicq d'Azyr*sche Bündel im *Corpus mammillare* nicht einfach in einander sich umbiegen, sondern ganz getrennte Bündel sind. *Gudden* fand, dass bei Entfernung des Ammonshornes oder Durchtrennung der *Fimbria* die gleichseitige Fornixsäule zu Grunde geht, während der *Fasciculus thalamo-mammillaris* erhalten bleibt, wogegen durch Abtragen der Hemisphären unter Schonung des Streifenhügels und des Ammonshornes das *Vicq d'Azyr*'sche Bündel bis auf einen kleinen Rest atrophirt, während die *Columnae fornicis* fast gar nicht leiden. Den Verlauf der Fornixsäule im *Corpus mammillare* betreffend, so bildet dieselbe, wie *Ganser* zuerst nachgewiesen, in demselben ein Knie und kreuzt sich dorsal und hinter dem Körperchen, welche Bündel *Gudden* als untere gekreuzte Wurzel der Fornixsäule bezeichnet. Für den Menschen bezweifelt *Honegger* (S. 348), dass die Fornixsäulchen einfach das *Corpus mammillare* durchlaufen und habe ich schon oben meine Zustimmung zu dieser Auffassung ausgesprochen, was

Fig. 655. Zelle aus dem *Ganglion mediale* des *Corpus mammillare* eines Kindes. Syst. VII. Oc. I. k. Tub. *Golgi*. *n* Neuraxon.

dagegen das Kaninchen betrifft, so haben mir meine Untersuchungen im Wesentlichen dasselbe, wie *Ganser* ergeben, und verweise ich besonders auf die Fig. 632, in welcher an einem Horizontalschnitte der Uebergang der ganzen Fornixsäule in die sich kreuzenden Bündel Cf^1 dargestellt ist. Doch musste ich auch für das Kaninchen hervorheben, wie oben dargelegt wurde, dass ein bedeutender Theil der Fornixfasern im *Ganglion mediale* sein Ende erreicht. In Sagittalschnitten sieht es oft so aus, als ob die Fornixsäule in den *Pedunculus corporis mammillaris* überginge, allein eine genauere Untersuchung zeigt immer, dass dies nur Schein ist (Fig. 638).

Was das eigentliche Ende der gekreuzten Fornixbündel betrifft, so lassen sich darüber nach *Ganser* (S. 694) nicht einmal Vermuthungen aufstellen und scheint ihm

Fig. 656.

nur das sicher, dass dieselben innerhalb der Haube des Hirnschenkels weiter nach hinten ziehen. Ich glaube wenigstens in Einer Beziehung etwas weiter gekommen zu sein. In Frontalschnitten (Fig. 627) sah ich beim Kaninchen die gekreuzten Fornixbündel dorsalwärts bis zwischen die *Fasciculi retroflexi* verlaufen und sich da verlieren, geradeso wie *Gudden* dieselben im Arch. f. Psych. Bd. XII Taf. VII Figg. 11, 12, 13 zeichnet. In Horizontalschnitten (Fig. 630 und 631) sieht man solche gekreuzte Bündel ventral- und lateralwärts vom *Fasciculus Meynert* in der Richtung auf den *Lemniscus medialis* und den rothen Kern zu herüberziehen, während allerdings gewisse derselben auch scheinbar gegen den Hirnstiel und das Basalbündel zu treten. Noch deutlichere Bilder ergaben mir Sagittalschnitte und glaube ich an solchen gesehen zu haben, dass die gekreuzten Bündel

Fig. 656. Zellengruppe aus demselben Objekte wie Fig. 655. Syst. V. Oc. III. kurz. Tub. *Golgi*. *n* *Neuraxonen*.

(Fig. 636 *DF*) in der Richtung gegen den Oculomotoriuskern heraufliefen und vor dem rothen Kerne als eine grosse Zahl schief verlaufender kurzer Bündelchen auftraten. Alles zusammengenommen kann ich jedoch nicht mehr als vermuthen, dass die gekreuzten *Columnae fornicis* in dem einen oder anderen der genannten Kerne oder in beiden enden. *V. Monakow* hat die Ansicht geäussert, dass die gekreuzte Fornixsäule in das centrale Höhlengrau gelange (Arch. f. Psych. Bd. XVI, S. 181), weil er in einem Falle von Atrophie der rechten Fornixsäule die Gegend des linken Höhlengrau caudal vom *Corpus mammillare* atrophisch fand, eine Annahme, der meine Erfahrungen nicht gerade widersprechen.

Die sich kreuzenden Fornixsäulchen mischen sich nach *Ganser* seiner *Decussatio hypothalamica posterior* bei, die von *Forel* zuerst gesehen, auch von *Schnopfhagen* und *Honegger* beschrieben wurde. Nach *Honegger* (S. 353) betheiligen sich an derselben 1. Theile des *Fasciculus longitudinalis dorsalis* und zwar die von mir schon im § 160 beschriebenen Abschnitte. 2. Fasern aus den Feldern H^1 und H^2 von *Forel*. 3. Die von mir beim Menschen als Kommissur des *Nucleus hypothalamicus (C. Luysii)* bezeichneten Fasern, die bei Säugern nicht nachzuweisen sind *(Forel, Honegger, ich)*. Beim Kaninchen finden sich in der genannten Decussation, wie ich mit *Honegger* sehe (S. 355), auch Theile des *Pedunculus corporis mammillaris*, die aus dem lateralen Kerne des *Corpus mammillare* hervorgehen, und zweitens Fasern, die aus dem zwischen dem *Corpus mammillare* und dem *Pes pedunculi* gelegenen Felde stammen, in welcher Gegend beim Menschen und bei Thieren eine grosse Menge von Zellen sich finden, die mit den grösseren Elementen des *Corpus mammillare* übereinstimmen. Beim Kaninchen gehen nach vorn zu die genannten in die *Decussatio hypothalamica posterior* eingehenden Fasern in das basale Längsbündel von *Ganser* über und lassen sich bis in die Gegend des *Septum pellucidum* verfolgen.

In Betreff des *Pedunculus corporis mammillaris* hat *Honegger* Ansichten geäussert (S. 363), die mit den im Texte dargelegten, die auf Untersuchungen des Kaninchens beruhen, sehr wenig stimmen. So lässt er von den Säulchen des Fornix namhafte Theile in den *Pedunculus* eintreten, ferner Fasern aus der *Zona incerta*. Am auffallendsten ist mir jedoch, dass *Honegger* es als zweifelhaft hinstellt, ob der *Pedunculus* einen Zuschuss aus den Zellen des *Ganglion laterale* erhalte und beweist mir diese Aeusserung, dass dieser so verdiente Forscher doch sehr mangelhafte Präparate vor sich gehabt haben muss, denn es giebt, wie die in den Figg. 631 und 632 dargestellten *Weigert*'schen Präparate lehren, keine Thatsache, die so sicher feststeht, wie die, dass der *Pedunculus corporis mammillaris* des Kaninchens einzig und allein aus dem *Ganglion laterale* entspringt. In Betreff anderer Fasern, die noch mit dem *Ganglion laterale* in Beziehung stehen, ist bis jetzt nichts Sicheres bekannt, doch nimmt *v. Monakow*, obwohl er in Betreff der Beziehungen der *Columnae fornicis* zum *Vicq d'Azyr*'schen Bündel ganz an *Gudden* sich anschliesst (Korrespondenzbl. d. Schweiz. Aerzte 1886 S. 390) an, dass ein nicht geringer Theil der Fornixelemente mit den Kernen des *Corpus mammillare*, vor allem mit der von ihm sogenannten lateralen Abtheilung des lateralen Kernes in direkte Beziehung trete. Eine solche Abtheilung des lateralen Kernes ist mir vom Kaninchen und dem Menschen unbekannt, es sei denn, dass *v. Monakow* die Zellen im Sinne habe, die seitlich vom *Corpus mammillare* sich finden und die in der Fig. 648 dargestellt sind. Von der Gegend derselben dringen auch, wie früher beschrieben wurde, quere Fasern in das *Corpus mammillare* hinein, die *v. Monakow* möglicherweise im Auge hatte.

Das Ende des *Fasciculus thalamo-mammillaris* schildert *Honegger* so, dass dasselbe am *Nucleus dorsalis thalami* in zwei Blätter, ein frontales und ein caudales sich spalte, welche den genannten Kern zwischen sich nehmen, lateralwärts ineinander übergehen und bis an die Oberfläche vordringend mit dem *Stratum zonale* in Verbindung treten, wie schon *Ganser* beim Kaninchen und bei der Maus dies beschrieben habe. Beim Maulwurfe sah übrigens *Ganser* eine solche Verbindung nicht. Das Bündel ging hier durch den lateralen Kern und drang bis zum medialen vor, wo es sich zerstreute. Solche Elemente, die nicht bis zum *Stratum zonale* vordrangen, sah übrigens *Ganser* auch bei der Maus und dem Kaninchen. Bei dem ersteren Geschöpfe habe ich oben von Golgipräparaten nur Ausläufer des *F. Vicq d'Azyr* mit freien Enden im *Thalamus* beschrieben und darf man daher wohl annehmen, dass ein solches Ende das typische ist.

Dasselbe Verhalten beschreibt auch *S. Ramón*. Eine Kommissur der *Vicq d'Azyr*schen Bündel dicht am *Corpus mammillare* erwähnt *v. Monakow* (l. c. s. Fig. 169), die ich nicht zu bestätigen vermag. Querfasern im *Corpus mammillare* sahen *Ganser* (l. c. 692 Fig. 16) in vorderen Ebenen beim Maulwurfe und *ich* (Fig. 630) beim Kaninchen. Wahrscheinlich handelt es sich in diesen letzten Fällen um eine Kommissur der *Ganglia medialia*.

Die neuen Aufschlüsse, die wir durch *Ramón*'s, von mir bestätigten Entdeckung über den Ursprung der Haubenbündel von *Gudden* erhalten haben, stehen in einem grellen Gegensatze zu der Annahme von *Gudden*, dass dieses Bündel im *Ganglion profundum tegmenti* entspringe und müssen wir jetzt gerade umgekehrt den Satz aufstellen, dass die Fasern dieses Bündels gemeinsam mit denen des *Fasciculus Vicq d'Azyr* im *Corpus mammillare* ihren Ursprung haben und im *Ganglion Guddenii* enden. Aber auch dies angenommen, so werden von *Honegger* auch *Gudden*'s Angaben über den Verlauf und das Ende des Haubenbündels bezweifelt. Dieser Autor ist erstens der Ansicht, dass *Gudden* die Mächtigkeit des Haubenbündels überschätzt habe, indem er Fasern der hinteren Längsbündelformation *(Honegger)*, d. h. des dorsalen Längsbündels, demselben zurechnete. Zweitens meint *Honegger*, es könne aus den von *Gudden* angestellten Experimenten nicht gefolgert werden, dass speziell nur das Haubenbündel mit dem *Gudden*'schen Ganglion in Verbindung stehe, ja es könne in Frage gezogen werden, ob überhaupt ein Zusammenhang zwischen beiden Gebilden bestehe. Mir scheint jedoch, dass eine sorgfältige Prüfung der *Gudden*'schen Beobachtungen und Experimente (Ges. Abhandl. No. XXVII Tab. XXX, XXXI, XXXII) unzweifelhaft lehrt, dass die Einwürfe *Honegger*'s grösstentheils unbegründet sind und kann ich nur in folgenden Punkten demselben beistimmen. Einmal ist es an sagittalen Schnitten des Gehirns von Kaninchen (Fig. 637) in der That schwer, um nicht zu sagen, kaum möglich, das Haubenbündel vom vorderen, ventralwärts sich umbeugenden Ende des dorsalen Längsbündels zu unterscheiden. Auf der anderen Seite aber lässt sich an Frontalschnitten des Kaninchens mit voller Bestimmtheit nachweisen, dass das Haubenbündel mit dem *Fasciculus longitudinalis* nichts zu thun hat, und dass das Haubenbündel in der That, so wie *Gudden* es zeichnet, mit dem *Ganglion profundum tegmenti* zusammenhängt (s. Fig. 571 *Ft*).

Zweitens habe auch ich an Sagittalschnitten den Eindruck gewonnen, dass ein Theil der Fasern des Haubenbündels nicht in dem *Gudden*'schen Ganglion endet, sondern dasselbe nur durchziehend weiter spinalwärts verläuft. Diese Thatsachen erscheinen jedoch nicht als genügend, um die *Gudden*'schen Annahmen zu entkräften. Bedenklicher erscheint mir das von *Gudden* nachgewiesene Faktum, dass beim Menschen ein *Gudden*'sches Ganglion nicht vorhanden ist. Bei Hunden und Katzen sind nach *Gudden* die Ganglien ventral von den Längsbündeln sehr deutlich abzugrenzen, aber die Haubenbündel selbst lassen sich kaum verfolgen. Alles das weckt die Vermuthung, dass für die Elemente der Haubenbündel noch andere Endigungen existiren, als die in dem *Gudden*'schen Ganglion, in welcher Beziehung auf weitere Untersuchungen zu verweisen ist.

Vom *Ganglion laterale* des Menschen ist mir keine naturgetreue Abbildung ausser der in Fig. 648 gegebenen bekannt. *Dejerine* giebt allerdings in mehreren Figuren (320, 321) Darstellungen des *Ganglion laterale*, die ich jedoch nicht als entsprechend betrachten kann. In Fig. 320 ist eine *Columna fornicis* und ein *Ganglion laterale* an einem schief horizontalen Schnitte dargestellt in einer Gegend dorsal vom *Corpus mammillare*. Nun liegt aber das *Ganglion laterale*, wie Frontalschnitte lehren, lateral und eher ventral zum *Corpus mammillare*. Richtiger ist die Darstellung der Fig. 321, nur möchte ich auch in dieser die Form des Ganglions beanstanden. Ausserdem zeigt noch die Fig. 314 das *Ganglion laterale* mehr schematisch. Am besten, wenn auch nicht genügend, ist noch die Abbildung von *Staurenghi* Tav. II Fig. 2a (Corpi mammillari laterali nel Cervello umano, Atti dell' Associaz. med. Lombarda No. II 1892). In dieser Abhandlung berichtet übrigens *Staurenghi* über 9 Fälle vom Menschen, in denen das *Ganglion laterale* auf beiden Seiten (5 Fälle), oder wenigstens auf Einer Seite (3 mal) als besondere Erhabenheit sichtbar war. Die Grösse dieser deutlich vortretenden seitlichen Ganglien war in 5 Fällen 3,0—3,5 mm in der Länge, 1,5—2,5 mm in der Breite. Als Minimum fand sich 1,5 mm Länge zu 0,5 mm Breite. Unter 40 speziell

hierauf untersuchten Leichen fand sich ein deutlich vortretendes *Ganglion laterale* 4 mal, also in 10% der Fälle.

Mit Rücksicht auf die Beziehungen des *Ganglion laterale* glaubt *De Sanctis* (Todaro, Ricerche f. n. Labor. di Anat. norm. di Roma Vol. IV p. 125 Tav. VII), gestützt auf einen Fall, in dem die *Columna fornicis* einer Seite und das gleichseitige *Corpus mammillare* atrophisch war (l. c.), folgende Sätze aufstellen zu können: 1. dass der *Pedunculus corporis mammillaris* und das *Ganglion laterale* in keinen Beziehungen zu einander stehen; 2. dass die *Columna fornicis* fast ausschliesslich im *Ganglion laterale* und nur einem kleinen Theile nach im *Ganglion mediale* entspringe; 3. dass die Markkapsel des *Corpus mammillare* in ihrem ventralen Theile ausschliesslich aus der *Columna fornicis* und in ihrem medialen Theile wesentlich aus dem *Fasciculus thalamo-mammillaris* und *tegmento-mammillaris* bestehe; 4. dass das endo(intra)mammillare Netz wesentlich von den Fornixsäulchen gebildet werde; endlich 5. dass das Bündelchen von *Forel* keine Beziehung zur *Columna* habe.

Mit Bezug auf diese Schlüsse habe ich folgendes zu bemerken: *De Sanctis* nimmt gestützt auf seine Fig. 6 an, dass in seinem Falle beide *Pedunculi corporis mammillaris* erhalten gewesen seien. Es ist jedoch vorläufig als ganz unbewiesen zu bezeichnen, dass die Theile, die in dieser Figur die Buchstaben *pcm* tragen, die *Pedunculi* darstellen, da noch Niemand diese Bündel beim Menschen bis in die Gegend der Oculomotoriuswurzeln verfolgt hat. Auch ist es nach dem, was das Kaninchen lehrt (s. die Figg. 570, 571, 622 und 629), und beim Menschen sich findet (s. Fig. 568), viel wahrscheinlicher, dass die mit *pcm* bezeichnete Stelle das Ende des *Fasciculus retroflexus* bedeute, und dass der *Pedunculus* weiter lateralwärts gelegen sein müsste, wenn er da wäre. Wenn *De Sanctis* ferner annimmt, dass der Schwund der Fornixsäule auch eine totale Atrophie des *Ganglion laterale* nach sich gezogen habe, so muss ich bemerken, dass dieser Autor offenbar das *Ganglion laterale* nicht kennt. Was er in seiner Fig. 4 unter *Gl* als *Ganglion laterale* abbildet, ist einfach der laterale Theil des *Ganglion mediale*, denn es schliesst ja derselbe die Fornixsäule ein (s. meine Fig. 648), die im vorderen Theile des *Corpus mammillare* so gross ist, dass sie fast die ganze laterale Hälfte desselben einnimmt (Fig. 647). Als *Ganglion laterale* deute ich in *De Sanctis'* Abbildungen den dunklen Saum lateral am *Ganglion mediale*, der auch an dem atrophischen *Corpus mammillare* in den Figg. 4 und 5 dargestellt ist. Somit fallen die wesentlichsten Schlussfolgerungen dieses Autors Nr. 1 und 2.

Von den Beziehungen des *Ganglion laterale* handeln auch *Winkler* und *Timmer* (Nederlandsche Tijdschrift voor Geneeskunde 1888 Feestbundel van *Fr. C. Donders* p. 26 Taf. I) und nehmen dieselben, gestützt auf einen pathologischen Fall beim Menschen an, dass die *Columna fornicis* mit ihrem unteren Theile mit dem *Ganglion laterale* in Verbindung stehe. Da jedoch, wie *De Sanctis* mit Recht bemerkt, in diesem Falle beide Ganglien des Einen *Corpus mammillare* und ausser der *Columna fornicis* auch der *Fasciculus Vicq d'Azyr* und das Haubenbündel derselben Seite atrophirt waren, so liessen sich die Beziehungen der verschiedenen Bündel zu den einzelnen Ganglien nicht sicher bestimmen.

Was den *Pedunculus corporis mammillaris* betrifft, so ist dieser Theil vom Menschen nur sehr unvollkommen bekannt und kenne ich von demselben nichts als das dorsalwärts aus dem *Ganglion laterale* ausstrahlende Bündel das in den Figg. 648 und 652 dargestellt und im Texte beschrieben ist, und ist es mir bis jetzt nicht gelungen, denselben rückwärts zu verfolgen. Dass das, was *De Sanctis* als *Pedunculus* ansieht, etwas anderes ist, habe ich soeben dargelegt, bleiben somit nur die Angaben von *Dejerine*. Dieser Gelehrte zeichnet denselben *(Ptml)* in seinen schief horizontalen Schnitten Figg. 320 und 321 als ein ventro-dorsal verlaufendes Bündel, das zwischen dem Hirnstiele und den Fornixsäulchen durchzieht, dann an der lateralen Seite des *Fasciculus thalamo-mammillaris* vorbei zur medialen Seite des rothen Kernes verläuft und sich da verliert, und in den Figg. 324 und 326 ist dieses Bündel zwischen der *Substantia nigra* und dem *Nucleus ruber* bis zum *Lemniscus medialis* verlaufend dargestellt. Auch die Figuren 313 und 314 zeigen dieses Bündel an Horizontalschnitten. Diese Abbildungen stimmen mit dem, was ich beim Kaninchen gesehen habe, ziemlich überein, nur würde *Dejerine* zufolge dem *Pedunculus* des Menschen der horizontal rückwärts laufende Abschnitt fehlen, der bei Säugern so lang und so deutlich ist. Ich muss übrigens bekennen, dass ich an meinen

Frontalschnitten vergeblich nach einem Bündel suchte, das vom *Ganglion laterale* dorsalwärts und nach hinten lief und das *Vicq d'Azyr*'sche Bündel kreuzte, wie *Dejerine* dasselbe zeichnet. Hier will ich übrigens noch beifügen, dass *Staurenghi* in seiner Fig. 8 vom Menschen ein äusserlich sichtbares Bündel darstellt, das, aus der *Substantia perforata* entspringend, vorwärts zur Seite des *Corpus mammillare* lief und da mit einer keulenförmigen Anschwellung endete. *Staurenghi* hält dasselbe für den *Pedunculus corporis mammillaris* und verweist auf das Verhalten desselben beim Kaninchen in seiner Fig. 13 und auf *Gudden* (Taf. XI Fig. 6). Ich muss jedoch bemerken, dass das von *Staurenghi* dargestellte Bündel der Zeichnung nach mehr den Eindruck eines frei hervorstehenden Theiles (Oculomotoriuswurzel?) macht.

§ 166.

Der *Thalamus opticus* im engeren Sinne. Gröberer Bau. Der *Thalamus opticus* besteht, wie wir oben schon sahen, aus 3 oder 4 grauen Kernen und einer grossen Menge von weisser Substanz die beide einer besonderen Betrachtung bedürfen.

Graue Kerne des Sehhügels. Von den grauen Kernen kommen an vielen Schnitten nur drei zur Anschauung und zeigen vordere Frontalschnitte (Figg. 588—593) nur den lateralen, den medialen und den oberen Kern.

Der laterale Kern (*N.lat*) ist der grösste von allen und erstreckt sich in der ganzen Länge der lateralen Grenze des Sehhügels rückwärts bis zum *Pulvinar*. Lateralwärts wird derselbe durch die *Lamina medullaris lateralis* begrenzt, welche nicht etwa ein besonderes Markblatt darstellt, sondern von einer grossen Zahl dickerer Bündel gebildet wird, die von der *Capsula interna* aus in den Sehhügel einstrahlen, und den grössten Theil der *Radiatio thalami optici* oder des Stabkranzes des Sehhügels darstellen. Hierbei kreuzen sich diese Faserbündel verschiedentlich unter spitzen Winkeln und bilden so einen etwas dickeren Streifen, der aus einer medialen, dunkleren und einer helleren, zwischen dieser und der *Capsula interna* gelegenen Zone besteht. Hierauf zerfallen diese Faserbündel, indem sie weiter medianwärts verlaufen, in viele feinere Bündelchen, die nach und nach im Innern des lateralen Kernes sich verlieren. Die Gegend, wo die gröberen Bündel liegen, stellt an frischen Theilen einen weissen, an *Weigert*'schen Präparaten dagegen einen dunklen, gebogenen Faserzug dar (*Lml*), der seines eigenthümlichen netzförmigen Aussehens halber auch den Namen Gitterschicht (*Stratum reticulatum Arnold*) erhalten hat, unter welchem Namen somit keine besondere, von der *Lamina medullaris lateralis* (s. *externa*) verschiedene Lage zu verstehen ist, wie einige Autoren annehmen.

Genauer bezeichnet dringen aus allen Theilen der inneren Kapsel Markstrahlen in den Sehhügel ein, und bezeichnet man dieselben je nach den verschiedenen Gegenden mit verschiedenen Namen. In das vordere Ende des lateralen Kernes treten (Fig. 657, Figg. 592 und 596 *Fr St*) zwischen dem Kopfe des *Nucleus caudatus* und dem Linsenkerne zahlreiche Faserbündel aus dem Stirnlappen ein, welcher sogenannte vordere oder besser frontale Stiel des Sehhügels somit den vorderen Theil und das Knie der inneren Kapsel zu durchlaufen hat.

In die laterale Seite des lateralen Kernes treten aus dem hinteren Schenkel der inneren Kapsel zahlreiche Markstrahlen, die aus dem hinteren Theile des

Stirnlappens und aus dem Parietallappen abstammen, welche als **lateraler oder parietaler Stiel** des Sehhügels bezeichnet werden können.

Der hintere Theil des lateralen Thalamuskernes grenzt im *Pulvinar* lateralwärts hinter dem Linsenkerne an weisse Substanz, welche mit der Markmasse des *Occipitallappens* und des Schläfenlappens zusammenhängt und finden sich auch hier Einstrahlungen aus diesen Hirngegenden in den Sehhügel, die wir **occipitalen und temporalen Stiel** desselben nennen wollen. (Optische

Fig. 657.

Strahlungen von *Gratiolet* z. Th.) Siehe Fig. 657 die Faserung lateralwärts vom *Tractus opticus*).

Fig. 657. Frontalschnitt durch das grosse Gehirn des Menschen. Nach einem von Prof. *O. Schultze* mit seinem grossen Schneideapparate gefertigten und nach *Weigert* gefärbten vorzüglichen Schnitte. Natürl. Grösse. *B* Brücke mit den nach oben sich verstärkenden Längsfasern; *L Corpus Luysii; c Corpus callosum; cg* ventraler Theil des *Nucleus caudatus; ci Capsula interna; fr Fasciculus retroflexus; i Insula Reilii; nc Nucleus caudatus; p Putamen* (weiss); *pp Pes pedunculi; rk* Rother Kern; *t Nucleus taeniaeformis* (weiss); *th Thalamus* mit 3 Kernen; *to Tractus opticus.*

Ausserdem finden sich noch Einstrahlungen von der ventralen Seite her in den *Thalamus,* die jedoch nicht nur in den lateralen, sondern auch in den medialen Kern der *Thalamus* statt haben und den sogenannten unteren, besser ventralen Stiel des *Thalamus* darstellen. (Fig. 658 *USt*).

Von dem lateralen Kerne wird im Bereiche des *Pulvinar* auf horizontalen Flächenschnitten oberflächlich ein grösserer Bezirk deutlich abgegrenzt (Fig. 659), aus dem medianwärts der Arm des vorderen Vierhügels hervorgeht, während

Fig. 658.

lateralwärts der *Tractus opticus* mit starken Bündeln in der Fortsetzung der *Lamina medullaris lateralis* denselben umsäumt und in ihn einstrahlt.

Diese abgegrenzte Stelle entspricht dem *Centre postérieur* von *Luys*, das dieselbe in seinen Pl. III 9, VIII 9, XLV 4, dargestellt hat.

Fig. 658. Frontalschnitt durch das Zwischenhirn des Menschen. Präparat von Prof. *Rieger*. Ser. 37. Nr. 65. 3 : 1. Für die Bezeichnungen siehe S. 428. *I* und *II* Glieder des *Globus pallidus*; *O Chiasma*; *Ts Taenia semicircularis.*

Abgesehen von dieser Stelle gehört das Polster ganz zum lateralen Kerne und würde derselbe somit auch hier bis zur medialen Fläche des *Thalamus* reichen, wie dies auch verticale Schnitte lehren (Fig. 660).

Der mediale Kern *Nml* erstreckt sich, wie Horizontalschnitte leicht ergeben, nicht in der ganzen Länge des *Thalamus*, sondern von vorn her, ungefähr bis zur halben Länge desselben oder bis zum *Trigonum habenulae*, in welcher Gegend der vierte Kern des *Thalamus* oder der mittlere Kern, das *Centre médian* von *Luys*, auftritt. Dieser Kern (*Nm*) sitzt im Horizontalschnitte in der Höhe des *Trigonum habenulae* und der *Commissura*

Fig. 659.

posterior (Fig. 659) im senkrechten Querschnitte (Figg. 584, 585, 660) lateral und ventral von der genannten Commissur an der lateralen Seite des *Ganglion habenulae* und des *Fasciculus retroflexus* und stellt eine ziemlich gut begrenzte kreisrunde Masse dar, welche von *Luys* entdeckt, zuerst in seiner Iconographie 1873 auf den Taf. VI. 9,9′; VII 6,6′; IX 7; XXVI 6,6′; XXVII 3,3′, XXVIII 7; XLV 7; genau abgebildet wurde. Von späteren Schilderungen und Abbildungen sind die von *Meynert* nicht genau, gut dagegen die von *Forel*, *v. Tschisch* (*Flechsig*) [Siehe Sächs. Ber. 1886], von

Fig. 659. Horizontalschnitt durch den *Thalamus* und *Nucleus caudatus* des Menschen. 4 : 1. Bezeichnung wie bei Fig. 658.

Brissaud (Figg. 70—77, *NMC*) und von *Dejerine* (Figg. 269, 285, 306, 307, 308, 317, 318, 319, 320 *Nm*, 336 *Th Nm*), während *Schnopfhagen* das *Centre médian* als innern Kern bezeichnet (Taf. II, Fig. 6), *Schwalbe*, irrthümlich auf *Forel* und *Schnopfhagen* sich stützend, denselben nicht anerkennt und *Edinger* und *Obersteiner* das *Centre médian* gar nicht erwähnen.

Die genaueren Beziehungen dieses *Centre médian* zum medialen oder inneren Kerne sind nun folgende:

Fig. 660.

An frontalen Schnitten (Figg. 584, 585, 660) wird dasselbe wie von einer ringförmigen Platte umgeben, die wie eine Fortsetzung der Fasern der *Commissura posterior* erscheint, die auseinanderweichend den betreffenden Kern wie zwischen sich fassen. Zu diesen Fasern gesellen sich dann noch Ausstrahlungen des *Nucleus ruber*, die von der ventralen Seite her das *Centre médian* umfassen und in eine bogenförmige Platte sich fortsetzen, die parallel der *Lamina medullaris*

Fig. 660. Frontalschnitt durch die *Commissura posterior* und das Zwischenhirn des Menschen. Nach einem Präparat von Prof. *Rieger*. Ser. XXXVII. Nr. 174. 3 : 1. *Weigert*. Stellt namentlich die Ausstrahlung der hinteren Kommissur und das *Centre médian* dar. Bezeichnung wie in Fig. 659.

lateralis die *Radiatio Thalami optici* schneidend dorsalwärts sich wendet und unmerklich sich verliert, bevor sie die dorsale Fläche des Thalamus erreicht hat. Diese Bogenplatte entpuppt sich, je weiter nach vorne man geht, als Anfang der *Lamina medullaris medialis.* Parallel mit dieser Platte ziehen in den Gegenden, wo der *Nucleus ruber* noch gut entwickelt ist, stärkere Faserbündel vom *Nucleus ruber* aus durch die Markstrahlen des äusseren Thalamuskernes, auf eine Strecke weit eine besondere intermediäre *Lamina medullaris* darstellend (Fig. 660), um dann später mit dem Schwinden des rothen Kernes sich zu verlieren. Zwischen diesen beiden Ausstrahlungen des rothen Kernes findet sich ein kleines Feld grauer Substanz von bogenförmiger Gestalt unmittelbar dorsal vom rothen Kern und lateral vom *Fasciculus retroflexus* abgegrenzt, das zum äusseren Kern gehört und Bogenkern *Nucleus arcuatus* desselben genannt werden soll (Figg. 586, 587, 660). *v. Tschisch* war bis vor Kurzem der einzige Beobachter, der offenbar dieselbe Bildung unter dem Namen „schalenförmiger Körper“ erwähnt. („Unters. zur Anat. der Grosshirnganglien des Menschen“ mitg. von *Flechsig* in den Sächs. Ber. 1886 S. 95). Nun hat aber auch *Dejerine* diese Bildung gesehen und unter dem Namen „halbmondförmiger Kern von *Flechsig*“ dieselbe an Quer- und Horizontalschnitten abgebildet (Fig. 307, 308, 318, 319, 320 *NFl*).

So bleiben die Verhältnisse, soweit als das *Centre médian* gut entwickelt ist. In der Gegend jedoch, wo der rothe Kern verschwindet und auch der *Luys*'sche Körper sein Ende erreicht, werden die Umrisse des mittleren Kernes immer undeutlicher und macht es den Eindruck, als ob die dorsale und ventrale Begrenzungslinie desselben zusammenrückten, so dass nach und nach eine breite *Lamina medullaris medialis* entsteht, die nun auch bis zur dorsalen Fläche des Thalamus heraufrückt.

Endlich nimmt diese Lamelle die späteren Verhältnisse an, wie die Fig. 586 sie darstellt, und ist von nun an der mediale Kern gut begrenzt und reicht die *Lamina medullaris medialis* einerseits bis an das centrale Grau in der Gegend der *Commissura mollis*, andererseits dorsalwärts bis zum lateralen Theile des oberen oder dorsalen Kernes.

Die Durchmesser des *Centre médian* in der Serie, von der meine Figg. stammen, ist 4,0—5,5 mm in der Höhe und Breite, am geringsten am hintern Ende. In einem Horizontalschnitte betrug die Breite 7,5 mm und der *Diameter anterio-posterior* 4—5 mm.

Die Gestalt des medialen (inneren) Kernes ist aus den Figg. 586, 587 hinreichend deutlich und soll nur noch beigefügt werden, dass der mediale und der laterale Kern in den vorderen Theilen des Sehhügels in der Gegend des *Vicq d'Azyr*'schen Bündels unter einander zusammenhängen.

Der dorsale Kern des Thalamus ist der am besten begrenzte Abschnitt desselben. Derselbe bildet den vordersten Theil des Sehhügels (Fig. 659) und zugleich im Bereiche des *Tuberculum anterius* auch den oberflächlichsten Abschnitt desselben und wird von allen Seiten von weisser Substanz umfasst. Die freie Fläche desselben wird vom *Stratum zonale* überzogen, das hier mit der *Taenia semicircularis* und der *Stria medullaris thalami* zusammenhängt und in die tiefe Seite strahlt das *Vicq d'Azyr*'sche Bündel und die *Lamina medullaris medialis* aus. Querschnitte lehren, dass dieser Kern vorn seine

grösste Entwickelung besitzt (Breite und *Diameter antero-posterior* 5,5 mm in Horizontalschnitten) und nach hinten rasch sich verdünnt und verschmälert und so sich verliert, dass seine Gesammtlänge nur an Horizontalschnitten, wie sie bis jetzt nur *Dejerine* gegeben hat (Figg. 304, 305), sich bestimmen lässt.

Zum *Thalamus opticus* hat man auf jeden Fall das *Corpus geniculatum laterale* zu rechnen, das unmittelbar an das *Pulvinar* sich anschliesst, doch ist es zweckmässiger, dasselbe zusammen mit dem *Corpus geniculatum mediale* bei der Beschreibung des *Tractus opticus* zu besprechen.

Je nach der Art und Weise, wie die Schnitte durch den *Thalamus* angelegt sind, werden die Fasern seines Stabkranzes entweder in grösserer Länge oder in kürzerem schiefem Verlaufe oder quer durchschnitten getroffen und verweise ich mit Bezug auf diese Einzelheiten theils auf *Luys* und *Brissaud*, vor allem aber auf *Dejerine*, bei dem die zahlreichsten und schönsten Abbilduugen sich finden. *Luys* hat versucht, die verschiedenen Abschnitte des Stabkranzes auf die verschiedenen Kerne zu beziehen und jedem derselben eine besondere Funktion zuzuweisen, ein Unternehmen, das wohl im Allgemeinen als geglückt bezeichnet werden kann, dem jedoch im Einzelnen die wenig scharfe Abgrenzung der Hauptkerne entgegensteht.

§ 167.

Feinster Bau des *Thalamus opticus*. Nervenzellen und Nervenkerne. Die Untersuchungen über den feinsten Bau der Sehhügel beginnen erst 1884 mit den bei *Golgi* angestellten Untersuchungen von *Marchi* (Riv. sper. di Freniatr. 1884 Fasc. III. und 1887 Vol. XII. Fasc. IV), der zuerst mit der Methode von *Golgi* über die Zellen des *Thalamus* genaue Angaben und Darstellungen veröffentlichte. Nach diesem Autor finden sich in den Sehhügeln keine besonderen, von einander unterschiedenen Kerne von Zellen, vielmehr sind die Nervenzellen unregelmässig durch das ganze Organ zerstreut. Was ihre Gestalt anlangt, so ist dieselbe sehr mannigfach, polygonal, dreieckig und spindelförmig und die Grösse der Zellenkörper im Allgemeinen 50—60 μ; grösser beim Kalbe und Schweine, als beim Affen, dem Hunde, der Katze. Die Dendriten finden sich zu 4—6, sind steifer und weniger verästelt als bei den Zellen der Streifenhügel und gleichen im Allgemeinen denen der Vorderhörner des Rückenmarkes. Die Axonen sind meist, wie bei den Zellen von *Golgi*'s I. Typus, doch kommen auch solche vom II. Typus vor. Abgebildet werden zwei grosse dreieckige Zellen mit Axonen, die viele Collateralen haben, auf Taf. III und viele kleinere Zellen desselben Typus vom Centrum des *Thalamus opticus* auf Taf. V. In beiden Tafeln ist jedoch die Grösse der betreffenden Zellen nicht angegeben, noch von welchem Geschöpfe dieselben stammen. Ueber das Verhalten der Nervenfasern im Thalamus meldet *Marchi* nichts. — Endlich giebt *Marchi* noch an, dass in der *Commissura media* keine Zellen vorkommen.

Diesen dankenswerthen aber im Ganzen doch recht spärlichen Mittheilungen vermag ich Untersuchungen über den *Thalamus opticus* der Katze, des Kaninchens, der Maus und Ratte und auch des Menschen vorzulegen, die vor allem auf die Zellen, aber auch auf die Nervenfasern sich beziehen und auch über den wichtigsten Punkt, die Enden des Opticus, genügende Aufschlüsse geben.

Da meine Erfahrungen über den Sehhügel des Menschen am spärlichsten sind, so schildere ich in erster Linie denjenigen des Kaninchens, den ich am besten kenne, und der auch aus dem Grunde von besonderer Wichtigkeit ist, weil das Kaninchen seit den berühmten Untersuchungen von *v. Gudden* vor allem zu Experimenten über die Funktionen des Gehirns verwendet wird, in welcher Beziehung aus neuester Zeit besonders die Beobachtungen von *Forel, Ganser, v. Monakow, Bumm* und vielen anderen zu erwähnen sind.

Ich kann auf den feinen Bau des Sehhügels des Kaninchens nicht näher eingehen, ohne nicht auch die grauen Kerne desselben zu berücksichtigen, über die in der neuesten Zeit *Nissl* genaue Mittheilungen gemacht hat (Tagebl. der 62. Vers. deutsch. Naturf. u. Aerzte. Heidelberg 1889, 1890 S. 509), die jedoch leider so kurz sind, dass es unmöglich ist, sich ohne Abbildungen bestimmte Vorstellungen von deren Verhalten zu machen. Immerhin bin ich durch die Freundlichkeit des genannten Autors in der glücklichen Lage, eine grosse Anzahl schematischer Zeichnungen von frontalen, horizontalen und sagittalen Schnitten des *Thalamus* des Kaninchens und ausführliche schriftliche Erläuterungen zu denselben zur Verfügung zu haben, sowie auch eine reiche Sammlung von Originalpräparaten, so dass ich im Stande bin, diese Angelegenheit genauer zu übersehen, als es bisher möglich war. Nichtsdestoweniger halte ich es nicht für zweckentsprechend an diesem Orte in alle von *Nissl* gefundenen Einzelheiten einzugehen und zwar aus folgenden Gründen: Einmal und vor allem bereitet *Nissl*, wie er mir schreibt, selbst eine ausführliche Arbeit über die Thalamuskerne des Kaninchens vor. Zweitens liegt für einmal eine solche Arbeit dem Plane dieses Werkes zu weit ab, so lange als nicht mit der anatomischen Schilderung der Thalamuskerne auch physiologische Beziehungen sich verbinden lassen, mit anderen Worten, so lange als nicht nachgewiesen ist, mit welchen anderen Hirntheilen die Zellen des *Thalamus* als Ursprungsstationen von Nervenfasern oder auch als Endstationen verbunden sind. *Nissl* hat selbst dies in seiner Mittheilung anerkannt und wörtlich hervorgehoben, dass seine Untersuchung die Basis abgeben solle für das Studium des Abhängigkeitsverhältnisses der Thalamuskerne von der Hirnrinde, ein Punkt, der zuerst allgemein von *v. Gudden*, später detaillirter durch *v. Monakon* bearbeitet wurde. Ich gebe nun im Folgenden die Mittheilung von *Nissl*, so wie sie vorliegt, und würde dieselbe gern durch eine gewisse Zahl von Abbildungen versinnlichen. Da jedoch die Schemata, die ich *Nissl* verdanke, zu diesem Zwecke sich nicht eignen, so habe ich versucht, an einer gewissen Zahl der von mir gegebenen, sehr getreuen Abbildungen von *Weigert*'schen Präparaten des Kaninchenhirns, so weit, als es mir möglich war, die *Nissl*'schen Kerne mit den Namen desselben zu bezeichnen.

Die Beschreibung *Nissl*'s (l. c.), die sich wesentlich auf eine Frontalreihe bezieht, ist folgende: „Zunächst findet sich in der vordersten Hervorwölbung des *Thalamus* ein vorderer Kern, der in einen kleineren vorderen dorsalen und in einen grösseren vorderen ventralen Kern zerlegt werden muss. Letzterer zeigt eine weitere Differenzirung, so dass man in ihm eine dorso-mediale Abtheilung von einer ventrolateralen, in welcher die Zellen viel dichter stehen, deutlich unterscheiden kann. Medial vom vorderen Kerne liegt der ziemlich kleine mediale vordere Kern, der sich wie eine Kappe um den medialen mittleren Kern legt. Letzterer ist ein mächtiger Kern, der hart an der Mittellinie liegt und bis zur Hälfte der Längenausdehnung des

Thalamus sichtbar ist. Ventral vom vorderen Kerne liegt der Kern der Gitterschicht. Zuerst erscheint der ventrale Kern der Gitterschicht, der medial seinen Abschluss durch den Querschnitt der Fornixsäule findet, lateral schliesst sich ihm an der laterale Kern der Gitterschicht, ein unbedeutender Kern. Zwischen dem ventralen Gitterkerne und dem vorderen ventralen Kerne liegt der dorsale Kern der Gitterschicht. Dicht an der Mittellinie liegt eine schmale Zellplatte spindelförmiger Zellen, die ich den Kern der Mittellinie nennen will, ohne die Frage zu berühren, ob dem *Thalamus* oder dem centralen Höhlengrau angehörig. Dieser Kern der Mittellinie wird durch den medialen mittleren Kern, der sich rasch der Mittellinie nähert, auseinandergedrängt, so dass ein Theil dorsal, der andere ventral vom medialen mittleren Kerne zu liegen kommt. Diese beiden Theile breiten sich rasch lateralwärts aus, der dorsale mehr als der ventrale.

In der geringen lateralen Hervorwölbung des *Thalamus* entwickelt sich der laterale Kern und zwar zunächst der laterale vordere Kern, der fast $^2/_3$ der Längenausdehnung des *Thalamus* einnimmt und mit dessen Grösserwerden der vordere Kern abnimmt. Er stellt die Form eines Kreissektors dar, dessen Kreislinie die seitliche Wölbung des *Thalamus* bildet, dessen medialer Halbmesser an den vorderen Kern, dessen ventraler an den dorsalen Kern der Gitterschicht grenzt. Um den Winkel, den die Spitze des Sektors bildet, lagert sich eine schmale Zellenreihe, also in Form eines Winkelmaasses. Die eine Reihe dieser Zellengruppe liegt demnach zwischen lateralem vorderem Kerne und vorderem ventralem Kerne, die andere zwischen lateralem vorderem und dorsalem Gitterkerne. Da dieser Kern die grössten Zellen zeigt, die überhaupt im *Thalamus* vorkommen, so nenne ich ihn den grosszelligen Kern des *Thalamus*.

Mit dem Schwinden des vorderen Kernes ist an dessen Stelle der mediale hintere Kern getreten, ein mächtiger Kern, der lateral an den lateralen vorderen stösst. Ausserdem hat sich zwischen dem ventralen und dorsalen Gitterkerne, die übrigens beide stark lateralwärts gerückt sind, ein neuer Kern entwickelt, der nirgends erwähnt ist. Ich nenne ihn den ventralen Kern. Er ist sehr gross und nimmt ungefähr die hintere Hälfte in der Längenausdehnung des *Thalamus* ein. Seine Beschreibung ist deshalb sehr schwierig, weil Uebergänge in fast alle übrigen Kerne vorhanden sind. Indes ist es nicht schwierig drei Zellgruppen von bestimmter Anordnung in ihm abzugrenzen. Der ventrale laterale Kern besitzt Spindelzellen, der ventrale mediale Kern grosse Zellen, der ventrale dorsale dagegen kleine Zellen. Der ventrale Kern in seiner Gesammtheit stellt ein Dreieck dar, das mit seiner Basis auf der *Lamina medullaris externa* ruht.

Bald nach dem Auftreten des *Corpus geniculatum externum* entwickelt sich der laterale hintere Kern, der viel kleinere Zellen als der laterale vordere Kern besitzt. Der laterale hintere Kern befindet sich zwischen *Corpus geniculatum externum* und lateralem vorderem Kerne. In diesen Frontalebenen sind weiterhin nur mehr wahrzunehmen Reste des ventralen Gitterkerns, ferner der ventrale Kern, der mediale hintere Kern und der Kern der Mittellinie, dessen getrennte Theile durch das Verschwinden des medialen mittleren Kernes wieder zusammengeflossen sind. Ausserdem findet sich in diesen Ebenen noch das *Ganglion habenulae*, in dem ein deutlicher lateraler Kern desselben mit spärlichen grösseren Zellen und ein medialer Kern mit äusserst dichtgedrängten Zellen wahrzunehmen ist. Während sich das *Corpus geniculatum externum* mächtig entwickelt, nehmen die übrigen Kerne an Umfang ab und es tritt zwischen den beiden lateralen Kernen und dem *Ganglion habenulae* der hintere laterale und der hintere mediale Kern auf. Letzterer zeigt spärliche Zellen, die rasch in das centrale Höhlengrau übergehen, während ersterer ein umfangreicher Kern ist, der sehr dichtgedrängte, aber blass gefärbte Elemente darbietet. Mit dem Auftreten der hinteren Kommissur und des *Corpus geniculatum internum* ist nur mehr allein der hintere laterale Kern noch mächtig, während vom *Corpus geniculatum externum*, vom medialen hinteren Kern, vom ventralen Kern nur mehr Reste sichtbar sind. Unrichtig ist die Angabe *Ganser*'s, dass der hintere Kern in das *Corpus geniculatum internum* übergehe, ebenso wie die Angabe von *v. Monakow*, dass eben dieser Kern in das *Corpus geniculatum externum* übergehe. Der hintere Kern ist stets scharf von den beiden *Corpora geniculata* geschieden.

Das *Corpus geniculatum externum* besteht aus einem dorsalen Kerne, in dem man weiterhin einen lateral-dorsalen Kern wahrnehmen kann, der im Gegensatze zum dorsalen Kerne weit grössere Zellen besitzt Dieser laterodorsale Kern ist identisch mit dem Centrum der Pupillarfasern *v. Gudden*'s. Der ventrale Kern des *Corpus geniculatum externum* lässt sich deutlich in einen ventromedialen Kern und in einen ventrolateralen Kern mit verschiedenen Zellen differenziren."

Schriftlich theilt mir *Nissl* noch folgendes mit:

1. Nimmt derselbe keinen hinteren medialen Kern mehr an. Somit wird auch die Bezeichnung hinterer lateraler Kern überflüssig und kann durch den Namen hinterer Kern ersetzt werden.

2. Sandte er mir Präparate, die von einem Kaninchen stammen, dem nach der Geburt eine Hemisphäre exstirpirt wurde, so dass nur Reste an der Basis, vor allem der ganze *Lobus pyriformis* erhalten blieb. Das Thier wurde erwachsen getödtet und zeigte, dass alle Kerne des *Thalamus* zu Grunde gegangen waren, mit Ausnahme des medialen hinteren Kernes und des Kernes der Mittellinie. Ferner ist erhalten der hintere (laterale) Kern und Theile des ventromedialen und ventrolateralen Theiles des *Corpus geniculatum laterale.*

3. Eine fernere Reihe von Präparaten stammt von einem Thiere, dem nach *Nissl*'s Methode (Centralbl. f. Nervenheilk. u. Psych. 1894, Juli) erwachsen das Stirnhirn weggenommen worden war, und das nach 14 Tagen getödtet wurde. Deutliche Veränderungen zeigen der vordere dorsale und ventrale Kern, der laterale vordere Kern, ein kleiner Theil des medialen mittleren Kerns, der dorsale Gitterkern, der grosszellige Kern, der ventrale Kern und ein Theil des ventralen Gitterkerns.

4. Das *Corpus geniculatum laterale* zerfällt in eine grössere dorsale und zwei kleinere ventrale Zellengruppen. Der dorsale Kern zerfällt auch noch in einen kleinen dorsolateralen Theil mit grösseren Zellen und einen grösseren medialen Theil. Von diesen Kernen sind die ventralen von der Hemisphäre nicht abhängig, wohl aber der dorso-mediale Kern.

5 Das *Corpus geniculatum mediale* ist vom *Corpus geniculatum laterale* scharf abgegrenzt und enthält einen vorderen und einen hinteren grosszelligen Kern. Ausserdem findet sich ein dicht mit Zellen bevölkerter ventraler Kern, ein dorsaler, ein medialer und ein hinterer Kern.

6. Dicht an der *Taenia thalami* findet *Nissl* noch einen bisher unbeschriebenen Kern, der dieselbe an ihrer lateralen Umbiegung berührt, und zahlreiche spindelförmige Elemente enthält.

Nach diesen Vorbemerkungen gehe ich nun zur speziellen Beschreibung der Nervenzellen und ihrer Kerne des *Thalamus* des Kaninchens über, indem ich eine Reihe von Frontalschnitten desselben vorführe, an denen ich auf der einen Seite Bezeichnungen der Thalamuskerne gewählt habe, wie sich mir dieselben aus der Vergleichung mit denen des Menschen ergaben, auf der anderen Seite dagegen, so gut als es mir möglich war, die Bezeichnungen von *Nissl* anführte. In ersterer Beziehung leiteten mich vor allem zwei Punkte. Erstens wurde der Kern, aus dem der *Fasciculus thalamo-mammillaris* oder *Vicq d'Azyr* entspringt, auch beim Kaninchen als *Nucleus dorsalis* bezeichnet und zweitens erachtete ich, dem lateralen Kerne des Menschen beim Kaninchen den Kern als entsprechend, in den die laterale Strahlung aus der Hirnrinde eintritt.

Die Fig. 661 stellt vom Kaninchen die Gegend zwischen dem *Chiasma* und dem *Corpus mammillare* dar. In der Medianebene finden sich von der Dorsalseite anfangend zuerst das *Ganglion habenulae* (*Gh*), dann ein Kern, der dem centralen Höhlengrau angehört, (*mh* medialer hinterer Kern *Nissl*), der lateralwärts den *Nucleus habenulae* umfasst, wie an Golgipräparaten sicht-

bar wird, und ventralwärts mit dem der anderen Seite zusammenfliesst, während zwischen dieser Querbrücke und dem *Ganglion habenulae* noch ein schmales helles Feld von centralem Grau vorhanden ist (der Kern der hinteren Mittellinie (*Kdm*) von *Nissl*). Weiter folgt ein helles Feld centrales Grau mit vielen Zellen, das bis zum *Fasciculus mammillaris* (*Fasc. Vicq d'Azyr*) *Fm* heranreicht. Dieser selbst steckt ganz und gar in einer an Zellen reichen Masse drin, die bis zu den *Columnae fornicis* (*Cf*) sich erstreckt, lateralwärts bis zum Hirnstiele *Pe* reicht und *Substantia innominata* heissen mag. Die Hauptmasse des *Thalamus* zeigt vier Kerne. Erstens einen runden, gut begrenzten grossen Kern, den *Nucleus lateralis Nl* (ventraler Kern *vK*, *Nissl*); zweitens einen schmalen lateralen,

Fig. 661.

an den *Pes pedunculi* angrenzenden und von *Tractus opticus* fasern durchzogenen Kern das *Corpus geniculatum laterale ventrale*, (*Cglv*); drittens das *Corpus geniculatum laterale dorsale* (*Cgld*) und endlich einen nicht scharf begrenzten dorsalen Kern (*Nd*) (bei *Nissl* aus zweien

Fig 661. Frontalschnitt des Gehirnes eines erwachsenen Kaninchens. II. Nr. 171a. 4 : 1. *Weigert. CA Cornu Ammonis; Cf Columnae fornicis; Cgld Corpus geniculatum laterale dorsale; Cglv Corpus geniculatum laterale ventrale; F Fimbria; Fl Fissura longitudinalis cerebri; FM Fasciculus Meynert; Fm Fasciculus thalamo-mammillaris (Vicq d'Azyr); Gf Gyrus fornicatus; Gh Ganglion habenulae; Kdm* Kern der Mittellinie von *Nissl; Nd Nucleus dorsalis thalami = hl* hinterer lateraler Kern + *lh* dem lateralen hinteren Kerne von *Nissl; Nl Nucleus lateralis thalami = vK* dem ventralen Kerne von *Nissl; Pp Pes pedunculi; Strz Stratum zonale; Tc Tuber cinerum; Tro Tractus opticus; Vl Ventriculus lateralis; mh* medialer hinterer Kern von *Nissl; vG* ventraler Gitterkern von *Nissl.*

bestehend, dem hinteren lateralen Kern *hl* und dem lateralen hinteren Kern *lh*). Noch ist zu bemerken, dass das *Cylv* und die Zellenmasse, die das *Vicq d'Azyr*'sche Bündel und die *Columnae fornicis* umhüllen, durch einen schmalen Zellenzug zusammenhängen, der zwischen dem *Nucleus lateralis* und dem Hirnstiele durchzieht.

Verfolgen wir den *Thalamus* nach der Vierhügelseite zu, so zeigt uns die Fig. 662 nicht unwesentliche Veränderungen. Das *Corpus geniculatum laterale* ist zwar in seinen beiden Abschnitten noch gut entwickelt, dagegen ist der *Nucleus lateralis* (*Nl*) entschieden kleiner. An der Stelle des *Ganglion habenulae* erscheint der Querschnitt des Zirbelstieles und ventral davon die *Commissura posterior* (*Cp*) mit ihrer Ausstrahlung in den *Thalamus* und zwar in den dorsalen Kern desselben (*Nd*), der mächtig vergrössert und scharf begrenzt erscheint und von der ventralen und dorsolateralen Seite viele Bogenfasern aufnimmt, die z. Th. aus dem *Corpus geniculatum laterale*

Fig. 662.

Fig. 663.

Fig. 662. *Thalamus opticus* eines Kaninchens. Präp. 178a. 5 : 1. *Cf Columnae fornicis; Cgld* und *Cglv Corpus geniculatum laterale dorsale* und *ventrale; CL Corpus Luysii; Cp Commissura posterior; FM Fasc. Meynert; Fm Fasc. Vicq d'Azyr; Ft* Haubenbündel; *Gl Glandula pinealis; H* Feld H von *Forel; Ncgr Nucleus centralis griseus; Nd Nucleus dorsalis; Nl Nucleus lateralis.*

Fig. 663. *Thalamus opticus* vom Kaninchen. Nr. 181a. Buchstaben wie in Fig. 662. Ausserdem *Cgm Corp. gen. mediale; Cm Corpus mammillare; Qa* vorderer Vierhügel; *Sn Substantia nigra; dvF* dorso-ventrale Faserung; *lh* lateraler hinterer und *hl* hinterer lateraler Kern von *Nissl.*

abstammen, z. Th. direkt aus dem *Tractus* kommen oder bis zum Hirnstiele oder in die Nähe desselben zu verfolgen sind.

Neu ist an diesem Schnitte der *Fasciculus Meynert* (*FM*), dessen Herkunft aus dem *Ganglion habenulae* bereits in der Fig. 661 angedeutet war, der nun mitten im *Nucleus centralis griseus* (*Ncgr*) enthalten ist. Das *Corpus Luysii* (*CL*) ist schwach entwickelt, und die oberflächliche Zone von Tractusfasern stärker als früher.

Fig. 663 zeigt einmal die Kuppe des vorderen Hügelpaares *Qa*, jedoch noch ohne *Opticus*einstrahlungen. Im Innern des *Thalamus* ist der *Nucleus dorsalis* (hinterer lateraler *hl* und lateraler hinterer Kern *lh* von *Nissl*), stark angewachsen, ebenso haben die in diesen Kern einstrahlenden Fasermassen und die *Commissura posterior* zugenommen. Dagegen ist vom *Corpus geniculatum laterale* nur noch ein kleines Feld sichtbar, ebenso vom *Nucleus lateralis*. Dagegen hat ein helles Feld sich vergrössert, welches schon in

Fig. 664.

Fig. 665.

Fig. 664. *Thalamus* des Kaninchens. Nr. 184a. 4 : 1. Buchstaben wie vorhin. *Dh Decussatio hypothalamica; Trptr Tractus peduncularis transversus; Zi Zona incerta.*

Fig. 665. Frontalschnitt durch das Mittelhirn eines erwachsenen Kaninchens. II. Nr. 200. 5 : 1. *Weigert. Cgm Corpus geniculatum mediale; Cgr* centrales Grau, mit vielen senkrechten queren und Bogenfasern; *Cm Corpus mammillare* hinterster Theil; *Dv Decussatio tegmenti ventralis; FM Fasciculus Meynert; Lm Lemniscus medialis; Nr Nucleus ruber; Pcm Pedunculus corporis mammillaris; Pp Pes pedunculi; Qa* vorderer Vierhügel; *Sn Substantia nigra; Tptr Tractus peduncularis transversus; a* Aquaeductus; gr^1 gr^2 gr^3 äussere, mittlere und innere graue Zonen; w^1 w^2 w^3 äussere, mittlere und innere weisse Lagen des Vierhügels

der Fig. 663 zwischen dem *Nucleus dorsalis* und dem *Corpus geniculatum laterale* sichtbar war und erscheint jetzt als ein rundlich eckiger Körper, der bald deutlich als *Corpus geniculatum mediale* (*Cgm*) sich zu erkennen giebt. Der *Nucleus centralis griseus* ist nicht mehr zu erkennen, dagegen der *Fasciculus Meynert* und ventralwärts der *Fasciculus thalamo-mammillaris* und die *Columnae fornicis* in ihren Beziehungen zum *Corpus mammillare*, von dem der vorderste Theil sichtbar ist.

Fig. 664 zeigt nun das *Corpus geniculatum mediale* gut entwickelt und das *Corpus geniculatum laterale* ganz verschwunden. Die vorderen Vierhügel sind gut

Fig. 666.

ausgebildet und die Opticusausstrahlung in dieselben sehr schön. Der *Nucleus dorsalis* der früheren Schnitte ist nun in die tiefe graue Lage des Vierhügels übergegangen und die Fortsetzung der *Commissura posterior* erscheint als Verbindung der Vierhügel (*Cg*). Weiter sind die *Corpora mammillaria* nun in voller Ausbildung getroffen, ebenso die *Substantia grisea centralis* mit dem *Aquaeductus*, Verhältnisse, die schon im § 165 zur Besprechung kamen.

Fig. 666. Frontalschnitt durch das Gehirn eines Kaninchens. Ser. II. Nr. 161. 4 : 1. 18 Schnitte vor Fig. 661. Buchstaben wie in Fig. 661. Ausserdem: *RlTh Radiatio lateralis thalami; Cc Corpus callosum; Ci Capsula interna; Nc Nucleus caudatus; Ncgr Nucleus centralis griseus* = medialer hinterer Kern von *Nissl; Nl^1 Nl^2* Glieder des *Nucleus lenticularis*; *Ps Psalterium*; *Strm Stria medullaris*; *Tc Tuber cinereum*; *dG* dorsaler Gitterkern *(Nissl)*; *v* ventraler Kern.

Ich führe nun noch einen Schnitt vor, Fig. 665, in dem der vordere Vierhügel mit dem *Corpus geniculatum mediale* in voller Ausbildung getroffen ist, und ausserdem der Hirnstiel mit der *Substantia nigra*, das *Ganglion interpedunculare*, der *Tractus peduncularis transversus* und der *Pedunculus corporis mammillaris* sichtbar ist.

Weiter folgen nun noch einige Schnitte des *Thalamus* des Kaninchens aus der Gegend, in welcher der Hirnstiel als innere Kapsel in die Hemisphäre einstrahlt und aus derselben auch der Stabkranz des *Thalamus* aufgetreten ist. Fig. 666 zeigt bei Vergleichung mit Fig. 661 hauptsächlich den Unterschied, dass mit dem Auftreten des lateralen Theiles des Stabkranzes des Sehhügels (*Rlth*), der

Fig. 667.

Nucleus lateralis schwindet, und das *Corpus geniculatum laterale* an die dorsale Ecke des *Thalamus* gedrängt wird. An die Stelle des *Ganglion habenulae* ist die *Stria medullaris* getreten, an deren lateraler und ventraler Seite immer noch der *Nucleus dorsalis* (*Nd*) (lateraler vorderer Kern *Nissl* und der *Nucleus centralis griseus Ncgr* (medialer hinterer Kern *Nissl*) sich befinden, welcher letztere wie früher aus zwei Abschnitten besteht, aber grösser ist. Der *Nucleus lateralis* (*N. ventralis vK*, *Nissl*) ist kleiner als früher und zeigt viele Querschnitte von Faserbündeln. *Substantia inno-*

Fig. 667. Gehirn des Kaninchens. Frontalschnitt Ser. II. Präparat 155a. 4 : 1. 11 Schnitte weiter vorn als Fig. 666. Buchstaben wie dort. Ausserdem: *Fl Fornix longus*; *lG* lateraler Gitterkern.

minata, Fasciculus mammillaris und *Columnae fornicis* verhalten sich wie bei Fig. 662.

Die Figg. 667, 668 und 669 zeigen noch die weiter nach vorn liegenden Stadien des *Thalamus* und sind die wesentlichsten Veränderungen, die dieselben darbieten, folgende.

Das *Corpus geniculatum laterale* wird bald kleiner (Fig. 667) und verschwindet dann, so dass es in dieser Figur nur in letzter Spur sichtbar ist. Dasselbe gilt vom *Nucleus lateralis,* der in Fig. 667 und 668 noch deutlich ist in 669 nahezu fehlt. Zwischenstufen lehren, dass derselbe zuletzt als ein kleines birnförmiges Feld an der ventralen Seite des *Nucleus centralis griseus* liegt. Dieses wird allmählich grösser und entwickelt einen grösseren

Fig. 668.

dorsalen, wie zweigelappten und einen kleineren ventralen mit dem der anderen Seite verbundenen Abschnitt, Fig. 666. Im weiteren Verlaufe trennen sich die beiden Kerne in der Medianebene und gestaltet sich aus jedem ein ovaler grösserer ventraler und ein kleiner unscheinbarer dorsaler, dicht an der *Stria medullaris* gelegener Kern. Eigenthümlich sind die Veränderungen des dorsalen Kernes. An der medialen Seite der *Stria medullaris* liegt in den Figg. 661, 666 und 667 das *Ganglion habenulae* gut entwickelt, bis es in der Figg. 668 verschwindet. In diesem Stadium erscheint im medialen Theile des *Nucleus dorsalis* wie ein neuer Kern, der schliesslich zu einem langen, anfangs schmalen und

Fig. 668. Gehirn des Kaninchens. Frontalschnitt. Ser. II. Präp. 150a. 4 : 1. 9 Schnitte vor Fig. 667. Buchstaben wie dort.

dann dickeren Gebilde *Ni*, dem *Nucleus intermedius* (Fig. 669) sich gestaltet, der von dem Reste des *Nucleus dorsalis* ziemlich scharf abgegrenzt ist.

Die übrigen Verhältnisse dieser Figuren anlangend, so werden dieselben später zu genauerer Würdigung kommen und erwähne ich nur noch den *Fasciculus thalamo-mammillaris*. Derselbe ist in den Figg. 667, 668 in seinem allmählichen Aufsteigen nach der Dorsalseite wiedergegeben und schien mir im *Nucleus centralis griseus* zu enden; doch wäre es nicht unmöglich, dass derselbe auch bis zum *Nucleus dorsalis* reichte und gewährten meine Präparate keine sichere Entscheidung dieser Frage.

Der *Thalamus* der Katze zeigt Verhältnisse, die in manchem an die des Kaninchens erinnern, in anderem auch wieder abweichen und durch die Figg. 670, 671 und 672 versinnlicht sind.

Fig. 669.

Fig. 670 zeigt einen Horizontalschnitt durch den *Thalamus* einer erwachsenen Katze, in dem das mächtige *Ganglion habenulae* (*Gh*) vor allem in die Augen springt, dahinter sind die *Glandula pinealis* mit den Stielen und davor die *Stria medullaris* an ihrer Umbeugungsstelle getroffen. Lateral davon ein besonderer länglicher grosszelliger Kern, wie beim Kaninchen, *Nucleus intermedius mihi*.

Fig. 669. Gehirn vom Kaninchen. Frontalschnitt. Ser. II. Präp. 141a. 4 : 1. 19 Schnitte vor der Fig. 668. Buchstaben wie dort. Ausserdem: *Ce Capsula externa*; *Cho Chiasma*; *Ci Capsula interna*; *G* Gitterkern *(Nissl)*; *Nb* basaler Kern; *Ni Nucleus intermedius*; *Nl Nucleus lenticularis*; *Tr.ol.l Tractus olfactorius lateralis*; *U.st* unterer Thalamusstiel; *lv* lateraler vorderer Kern *(Nissl)*; *mh* medialer hinterer Kern *(Nissl)*; *mm* medialer mittlerer Kern *(Nissl)*; *mv* medialer vorderer Kern *(Nissl)*; *vv* vorderer ventraler Kern *(Nissl)*.

Im *Thalamus* selbst drei grosse Kerne, *Nucleus dorsalis, lateralis* und *medialis,* die nach *Nissl's* Mittheilungen über das Kaninchen als vorderer dorsaler, als lateraler vorderer und lateraler hinterer und als medialer hinterer Kern zu bezeichnen wären (*vd, lv, lh, mh*). Ausserdem ist vor dem *Corpus quadrigeminum anterius* der hintere laterale Kern als langer schmaler Streifen, wie beim Kaninchen sichtbar und das *Corpus geniculatum mediale* und *laterale.*

Die Fig. 671 giebt bei geringer Vergrösserung erst ein Gesammtbild einer etwas tieferen Stelle und die Fig. 672 den *Thalamus* dieses Schnittes stärker vergrössert. Das *Ganglion habenulae* ist nur noch in Resten wahrzunehmen,

Fig. 670.

dagegen sind nun eine Reihe Querschnitte aus dem Ursprungsgebiete des *Fasciculus retroflexus* sichtbar, ferner die hintere *Commissur* mit ihrer Ausstrahlung in den *Thalamus,* grosse *Corpora geniculata* und dieselben Thalamuskerne, wie bei Fig. 670, mit gut entwickelten *Tractus opticus*fasern in den *Corpora geniculata* und im *Corpus quadrigeminum anterius.*

Fig. 670. Horizontalschnitt des *Thalamus* der Katze. Nr. 69. 10 : 1 und verkleinert. *Cgl Corpus geniculatum laterale; Cgw Corpus geniculatum mediale; Gh Ganglion habenulae; Glp Glandula pinealis; Nd Nucleus dorsalis thalami* (vorderer dorsaler Kern von *Nissl*); *Ni Nucleus intermedius mihi*; *Nl Nucleus lateralis* (lateraler vorderer und lateraler hinterer Kern von *Nissl*); *Nmed Nucleus medialis* (mittlerer hinterer Kern von *Nissl*); *Qa* vorderer Vierhügel; *Rth Radiatio thalami; Strm Stria medullaris.*

Fig. 671.

Fig. 672.

Fig. 671. Horizontalschnitt von einer Katze in der Gegend des *Thalamus*. Nr. 52b. 2 : 1. *Weigert*. Buchstaben wie bei Fig. 670. Ausserdem: *CA* Ammonshorn; *Cc* Balken; *F Fornix*; *Qp Corpus quadrigeminum posterius*.

Fig. 672. Ein Theil der Fig. 671 vom *Thalamus* der Katze bei 10 : 1 gez. und verkleinert. Buchstaben wie Fig. 670. Ausserdem: *Cp Commissura posterior*; *FM Fasciculus Meynert sive retroflexus*.

Nach dieser Darlegung der gröberen Verhältnisse der Thalamuskerne gehe ich nun zur Schilderung der Zellen derselben über.

Beim Kaninchen und der Katze finde ich zwei extreme Zellenformen, die durch die Fig. 673, 674, 675 versinnlicht sind. Die eine Form, die ich die Strahlenzellen heisse (Figg. 673, 674), sind durch ihre langen, mit kürzeren Aesten versehenen Dendriten bemerkenswerth und durch ihre mehr gestreckte Gesammtform, während die zweite Form, die ich die Buschzellen nenne

n

Fig. 673.

(Fig. 675), durch ihre kurzen, aber ungemein reich und pinselförmig ausstrahlenden Protoplasmafortsätze und ihre kreisrunde Gesammtgestalt sich auszeichnen.

Die Strahlenzellen hat offenbar bereits *Ganser* beim Kaninchen gesehen (S. 670), und als grosse sternförmige Zellen bezeichnet, die zwischen dem medialen und lateralen Kerne liegen und bei anderen Säugern nicht gefunden wurden.

Fig. 673 und 673a. Zwei Strahlenzellen aus dem *Thalamus* der Katze; aus dem *Nucleus lateralis.* Starke Vergr. *Golgi.* *n Neuraxon.*

Ferner bildet *Marchi* auf seiner Tafel III zwei solche Zellen aus dem *Thalamus* ab, ohne das Geschöpf oder die Gegend des *Thalamus*, aus der dieselben stammen, zu bezeichnen. Weiter gehören die grösseren Zellen von

Fig. 673 a.

Nissl alle in diese Kategorie. Ich finde beim Kaninchen diese Strahlenzellen in dem lateralen Theile des lateralen Kernes und lateral vom ventralen Abschnitte des *Corpus geniculatum laterale*. Von hier aus ziehen sich dieselben zwischen dem *Pes pedunculi* und der *Capsula interna* einerseits und dem lateralen

Kerne andererseits bis zum *Fasciculus thalamo-mammillaris (Vicq d'Azyr)* und dem Ependym des 3. Ventrikels, um hier einen grösseren Haufen zu bilden, der auch noch ventralwärts ziehend die *Columnae fornicis* umhüllt, Bildungen, die *Nissl* bei seinen Schilderungen nur z. Th. erwähnt hat. Die grössten Zellenkörper dieser Elemente, die spindelförmig, drei- und vieleckig sind, messen 43—54 μ, die kleineren 30—35 μ, doch kommen auf der einen Seite auch Grössen bis zu 80 μ, auf anderen von 20—27 μ vor. Die kleinsten dieser Elemente liegen im Ependym und um den *Fasciculus thalamo-mammillaris* und die *Columnae fornicis* herum. Die Dendriten der Strahlenzellen des Kaninchens sind lang bis zu 0,8 mm, ohne Besatz mit Dornen, mit oft zahlreichen kürzeren Seitenästchen, die nicht selten varikös erscheinen und nie pinselähnliche Büschel bilden. Die *Axonen* entspringen

Fig. 674.

mit breiter Basis vom Zellenkörper, verschmälern sich rasch und waren nicht häufig auf grössere Längen zu verfolgen, in welchem Falle dieselben eine gewisse Zahl von Collateralen darboten (Fig. 673). Aehnliche Nervenzellen von mittlerem Durchmesser von 30—40 μ finden sich im lateralen Kerne des *Ganglion habenulae* und hie und da an der Oberfläche des *Nucleus dorsalis*.

Die Buschzellen, die in der Fig. 675 vom Kaninchen dargestellt sind, scheinen bis jetzt noch von Niemand gesehen worden zu sein und zeigen auch die kleinen, von *Marchi* auf seiner Tab. V dargestellten Zellen des *Thalamus* eines nicht genannten Geschöpfes nichts von der charakteristischen Form dieser Elemente.

Fig. 674. Eine Gruppe von Strahlenzellen aus der Gegend des *Corpus geniculatum laterale ventrale* des Kaninchens. Mittlere Vergrösserung. *Golgi.*

Das Eigenthümliche derselben liegt nicht in der Gestalt des Zellkörpers, der allerdings meist rundlich eckig, aber auch dreieckig und selbst spindelförmig sein kann, sondern in der Verzweigung der Dendriten. Dieselben finden sich zu 6—8 und mehr an einer Zelle und haben das Eigenthümliche, das jeder Stamm derselben unter wiederholten Theilungen in einen starken Pinsel annähernd gleich langer Endfäden ausläuft, welche alle gleich zart sind und regelmässig geschlängelt verlaufen. Was dieselben besonders auszeichnet, ist, dass dieselben an Golgipräparaten blass sind, während die grossen Stämme dunkelschwarz erscheinen und eine eigenthümliche Körnelung oder Gliederung zeigen, so dass sie oft an Muskelfibrillen erinnern, denen sie auch in der Dicke gleichstehen. Mit Vari-

Fig. 675.

kositäten hat diese Körnelung nichts zu thun, ebensowenig mit Auflagerungen, Dornen u. s. w., wie sie an so vielen Dendriten vorkommen, es sei denn, dass die Körnchen von ringförmigen Ablagerungen herrührten. Von den Neuraxonen der Buschzellen gilt genau dasselbe, was von denen der Strahlenzellen angegeben wurde.

Die Grösse der Buschzellen ist, wenn man das ganze Feld, das eine solche Zelle mit allen ihren Ausläufern einnimmt, misst, 0,32—0,37, mm in maximo, so dass mithin die Hauptausläufer 0,16—0,18 mm lang wären. Die Körper der Zellen messen 25—43 μ.

Fig. 675. Buschzellen aus dem *Thalamus* des Kaninchens. Starke Vergrösserung. Syst. VI. Oc. IV. K. T. *Leitz. Golgi.*

Buschzellen finden sich beim Kaninchen in der ganzen dorsalen Hälfte des *Thalamus*, am schönsten ausgeprägt im *Corpus geniculatum laterale* und am zahlreichsten und kleinsten im *Nucleus centralis griseus*. Uebergänge zwischen Buschzellen und Strahlenzellen fehlen übrigens auch nicht und möchte ich vor allem die von *Marchi* auf seiner Tab. V dargestellten Elemente als solche bezeichnen.

Bei der Katze finden sich ebenfalls Strahlenzellen (Figg. 673, 676, 677) und Buschzellen in denselben Gegenden, wie beim Kaninchen, und wesentlich in denselben Kernen. Beachtenswerth war folgendes. Im Verlaufe des *Opticus* fanden sich hier eine gewisse Zahl grosser Strahlenzellen, da wo derselbe an der

Fig. 676.

lateralen Seite des *Corpus geniculatum laterale* gegen die Oberfläche des Sehhügels in das *Stratum zonale* übergeht und an diesen Zellen gelang mir an *Golgi*präparaten die wichtige Beobachtung, dass dieselben mit ihren Axonen in den *Tractus* eintreten und mit den Fasern desselben weiter verlaufen. Die Fig. 676 zeigt vier solche Zellen, deren Axonen bei zweien ungetheilt und ohne

Fig. 676. Vier Strahlenzellen aus dem *Thalamus* der Katze im *Tractus opticus* lateral vom *Corpus geniculatum laterale*, deren roth dargestellte Axonen in den *Tractus opticus* eintreten. Starke Vergrösserung. *Golgi*.

Fig. 677.

Eine Strahlenzelle der Katze von 10 Tagen aus dem *Tractus opticus* lateral vom *Corpus geniculatum laterale*. Starke Vergrösserung. Präparat Nr. 16. *n* Axon mit Collateralen *cc*.

Abgabe von Aesten an die Opticusfasern sich anschliessen, während bei zwei anderen die Axonen Collateralen besitzen, deren Schicksal nicht weiter zu verfolgen war. Und in der Fig. 673 ist von einem anderen Präparate ein Axon der Art dargestellt, der Collateralen abgiebt und mit dem Hauptstamme weit in die Tractusfasern hineinläuft. Solche Verhältnisse fand ich noch an vielen anderen Zellen, von denen der Wichtigkeit der Sache halber noch eine in der Fig. 677 dargestellt ist, die durch zahlreiche Collateralen sich auszeichnet. Diese Zellen nun lassen sich vermuthungsweise als diejenigen deuten, von denen die centrifugalen, in der *Retina* endenden von *S. Ramón* entdeckten Opticusfasern entspringen, die bis jetzt bei Säugethieren ganz unbekannt geblieben sind, während, wie im § 157 nachgewiesen wurde, *Ramón, v. Gehuchten* und *ich* dieselben im *Lobus opticus* der Vögel gefunden zu haben glauben. Für diese meine Vermuthung spricht einmal die Grösse dieser Zellen, die einem weiten Verlaufe ihrer Axonen entspricht, ferner ihre Lage mitten in den Tractusfasern drin, endlich ihr Anschluss an die Tractusfaserung und die Uebereinstimmung ihrer Axonen in der Dicke und in dem Vorkommen von Varikosisäten mit den Opticusfasern. Die einzige Möglichkeit, an die noch zu denken wäre, ist die, dass diese Zellen der cerebralen Opticusbahn angehören. In diesem Falle aber müssten dieselben eine solche Lage haben, dass sie von den Enden der centripetalen Opticusfasern beeinflusst werden könnten, was nicht der Fall ist. Auch an Zellen die mit der *Gudden*'schen Kommissur in Verbindung stehen, könnte man denken. Uebrigens werden wir weiter unten bei der Schilderung des Gesammtverlaufes des *Opticus* noch einmal auf diese Frage zu sprechen kommen.

Ein ganz erstaunlicher Reichthum von Strahlenzellen findet sich ferner bei der Katze um die *Columnae fornicis* in ihrem tieferen Verlaufe im *Thalamus*, ferner zwischen denselben und dem *Fasciculus thalamo-mammillaris*, Elemente, die spärlicher auch an der dorsalen Seite des *Pes pedunculi* und der *Capsula interna* bis gegen die lateralen Theile des *Thalamus* sich erstrecken. Ein anderer Ausläufer dieser Zellengruppe zieht dicht an der ventralen Seite des Hirnstieles und der inneren Kapsel lateralwärts.

Endlich finden sich bei der Katze auch Strahlenzellen im *Corpus geniculatum laterale*. In diesem sind die Zellen eher klein (von 16—28—32 μ), meist dreieckig, auch wohl spindelförmig und mit einer geringeren Zahl von Dendriten versehen, deren Verästelungen jedoch recht reich sind. Manche dieser Zellen gleichen Buschzellen, doch sind die Aeste der Dendritenstämme nie alle gleich lang und verlaufen auch mehr gerade und nicht so stark geschlängelt, wie bei den echten Buschzellen.

Buschzellen zeigt auch die Katze in grossen Mengen und zwar: 1. im *Nucleus griseus centralis*; 2. im *Nucleus dorsalis*; 3. im *Nucleus lateralis* und bieten dieselben wesentlich die nämlichen Verhältnisse dar, wie beim Kaninchen, nur dass viele derselben noch grösser sind und bis zu 54 μ Durchmesser erreichen.

Die Zellen des *Thalamus opticus* des Menschen stimmen im Wesentlichen mit denen des Kaninchens und der Katze überein und finde ich auch hier dieselben beiden Hauptformen, nur dass die Uebergänge noch zahlreicher sind. Die Buschzellen (Fig. 678) messen in ihrem Zellkörper 30—40—45 μ, besitzen 4—6 und mehr Hauptäste und verzweigen sich mit jedem derselben zierlich pinselförmig über einen Raum bis zu 0,26—0,30 mm

Durchmesser, so dass die Gesammtkreisfläche, die eine solche Zelle einnimmt, bis zu 0,50—0,60 mm ansteigen kann. Die Enden der Aeste sind auch hier fein, geschlängelt und auf lange Strecken ohne Nebenäste. Die Axonen der Zellen sind soviel ich finde, stark und verlaufen auf lange Strecken ungetheilt. Die Strahlenzellen des Menschen stimmen mit den früher von Säugern geschilderten Figg. 673, 674, 676, 677 überein und finden sich in sehr verschiedenen Grössen von 15—57 μ. Ihre Axonen sind nicht selten mit Collateralen versehen, doch habe ich beim Menschen noch keine Zelle gefunden, die entschieden zum II. Typus von *Golgi* gezählt werden könnte.

Fig. 678.

Was die Verbreitung der zwei Formen anlangt, so kann ich nur sagen, dass Buschzellen im Innern des *Pulvinar* und *Nucleus lateralis* vorkommen, ob auch an anderen Orten, muss ich zweifelhaft lassen. Strahlenzellen enthält die ganze Oberfläche des *Pulvinar* und auch das Innere desselben, ferner das *Corpus geniculatum laterale*, der *Nucleus lateralis, medialis* und *dorsalis*.

Die Grösse der Zellen im *Thalamus* des Menschen ist folgende: Im *Nucleus lateralis*, *medialis* und *dorsalis*, 22—38—57 μ und stehen hier die Zellen ziemlich dicht. Im centralen Grau sind überall Zellen vorhanden, ohne besondere Kerne zu bilden und in weniger dichter Anordnung. Dieselben messen meist 15—22 μ gehen aber bis zu 38 μ.

Fig. 678. Eine Buschzelle aus dem *Thalamus opticus* des Menschen. S. III. Oc. IV. lg. Tub., *Golgi*. *n Neuraxon*.

Während diese Blätter zum Drucke gehen, erhalte ich anfangs Juni durch die Freundlichkeit des Verfassers *v. Monakow* seine wichtige Arbeit „Experim. und path.-anatomische Untersuchungen über die Haubenregion, den Sehhügel und die *Regio subthalamica* u. s. w. 219 S. mit 7 Tafeln und 14 Holzschnitten", auf welche ich leider nicht mehr eingehen kann. Ich bemerke daher nur folgendes: *v. Monakow* hat sich im Anschlusse an *Nissl* bemüht, die Sehhügelkerne der Katze und des Menschen einer sorgfältigen Untersuchung zu unterziehen und in Folge dessen bei beiden Geschöpfen eine viel grössere Zahl von Unterabtheilungen oder Kernen aufgestellt, als die bisherigen Beobachter, mit Ausnahme *Nissl*'s beim Kaninchen. Während jedoch dieser Forscher bei seinen Unterscheidungen die Grösse und die Gruppirungen der Zellen als Anhaltspunkt benutzte, geht *v. Monakow* weiter und bemerkt auf S. 11 wörtlich, dass er zwar das Eintheilungsprinzip von *Nissl* mitbenütze, aber nicht umhin könne, auch Trennungen nach willkürlich gezogenen Linien vorzunehmen. Mit dieser Neuerung bezwecke er lediglich eine bequeme (wenn auch grobe) Auseinanderhaltung der verschiedenen Abschnitte und damit eine leichtere Orientirung bei der Lokalisation der später zu besprechenden sekundären Veränderungen.

Wenn ich mir erlauben soll, über dieses Eintheilungsprinzip, unbeschadet meiner Hochachtung für den so verdienten Neuropathologen, eine Ansicht zu äussern, so ist es die, dass auf einem solchen Wege unmöglich eine Einsicht in den wirklichen feinsten Bau des Sehhügels gewonnen werden kann und wird *v. Monakow* wohl bald selbst erfahren, dass er mit seinen z. Th. willkürlichen Abgrenzungen nicht weiter kommt. Die einzigen Wege, die hier zum Ziele führen, sind: 1. eine genaue Prüfung der Nervenzellen, die *Nissl* so glücklich begonnen hat. Dieselbe muss jedoch weiter geführt werden und ist unumgänglich nöthig, die Verfolgung der Zellen und Nervenfasern an *Golgi*'schen Präparaten. Schon was ich hier mittheilen konnte und noch mitzutheilen habe und was durch *Ramón* bekannt geworden ist, lehrt eine Mannigfaltigkeit von Formen kennen, von denen man bisher keine Ahnung hatte und erinnere ich nur an die Zellen des *Ganglion habenulae,* an die verschiedenen Formen von Strahlenzellen und Buschzellen, an die Elemente des *Corpus mammillare,* an die Zellen in der Endausbreitung des *Opticus.* Ferner ist wichtig zu wissen, ob und wo Zellen von *Golgi*'s II. Typus vorkommen. Auch über den Faserverlauf geben *Golgi*'sche Präparate durch keine andere Methode zu gewinnende Aufschlüsse. Woher weiss man jetzt, dass das Bündel von *Vicq d'Azyr* im dorsalen Kerne des *Thalamus* endet, ferner dass dasselbe mit dem Haubenbündel gemeinsame Stammfasern im *Corpus mammillare* hat, dass der *Fasciculus retroflexus* im *Ganglion habenulae* entspringt und im *Ganglion interpedunculare* endet? Wer hat uns gezeigt, wie die Opticusfasern enden und wie und wo die cerebrale Opticusbahn entspringt; ferner, dass die *Radiatio thalami optici* wesentlich in den Hirnwindungen entspringt und im *Thalamus* endet u. s. w.? Alles das verdanken wir der *Golgi*'schen Methode, die immer noch nicht genug geschätzt und angewendet wird.

Die zweite Methode, die uns zum Ziele verhelfen wird, ist die experimentelle und die pathologisch-anatomische, und da steht es mir nicht an, dem Forscher gegenüber, der gerade mit Bezug auf die Ergründung der Beziehungen der einzelnen Theile des *Thalamus* zu andern Hirntheilen so Hervorragendes geleistet hat, und noch leistet, diese Methode als eine besonders erfolgreiche noch weiter zu betonen. Ich werde übrigens in späteren § noch Gelegenheit haben, wenigstens einige Ergebnisse von *v. Monakow*'s neuester Arbeit zu verwerthen.

§ 168.

Feinster Bau des *Thalamus*, Fortsetzung. *Nervus* und *Tractus opticus.*

Für die Erforschung des feineren Verhaltens des Sehnerven zum Gehirn haben sich in erster Linie anatomische Beobachtungen und zweitens Experimente an Thieren und pathologische Erfahrungen beim Menschen als von durchschlagender Bedeutung ergeben.

Was erstens die anatomischen Beobachtungen anlangt, so ist schon seit dem Anfange der 50er Jahre durch *Corti*, *H. Müller* und *mich* und durch *Remak* mit Bestimmtheit nachgewiesen worden, dass die Opticusfasern der Netzhaut von den multipolaren Zellen der inneren Lage derselben entspringen (Mikr. Anat. II. 2 § 277) und gab ich schon damals eine Abbildung vom Menschen (Fig. 679), die ich hier der Vergessenheit entreisse, in der eine solche Zelle dargestellt ist, die eine variköse Opticusfaser in die Opticuslage und zwei verästelte Fortsätze nach aussen abgiebt, von denen ich schon damals meldete, dass dieselben bis in die innere Körnerschicht sich erstrecken. *W. Müller* stellte dann den Satz auf, dass die Opticusfasern von der *Retina* aus gegen das Gehirn sich entwickeln, der sich nun durch die neue Wendung, die die Lehre von der Entwicklung aller sensiblen Fasern durch *His* erfahren hat, als vollkommen richtig herausstellt. Die Endigungen der Opticusfasern, die demnach im Gehirn zu suchen sind, wurden dann zuerst von *S. Ramón* im *Lobus opticus* der Vögel als freie Endigungen wirklich nachgewiesen (§ 158) und auch bei Säugern von *Pedro* und *S. Ramón* und *mir* im vorderen Vierhügel, im *Corpus geniculatum laterale* und im *Thalamus* gefunden. Hierauf gestützt hat man nun nach den jetzt aufgedeckten Gesetzen über die Verbindungen der nervösen Elemente oder *Neurodendren* weiter anzunehmen, dass die genannten Opticusenden auf Zellen eines zweiten Systemes einwirken, die ihre Ausläufer in die Sehsphäre im Occipitallappen des Gehirns senden und dort auf Pyramidenzellen ihren Einfluss äussern, die als Sitz der bewussten Sehempfindung anzusehen wären. Associationen aller Art könnten durch die Zellen der II. und III. Leitung zu Stande kommen, theils direkt, theils durch eingeschobene *Golgi*'sche Zellen II. Art (Associationszellen *ich*, Schaltzellen *v. Monakow*) ebenso Reflexe auf Muskeln.

Fig. 679.

Ausser dieser centripetalen optischen Bahn und ihren Nebenleitungen nimmt *Ramón* vermuthungsweise auch eine centrifugale Bahn an, gestützt auf den Nachweis einer gewissen geringen Zahl von Opticusfaserendigungen im Innern der Netzhaut und ist er ferner der Ansicht, dass bestimmte Zellen im *Lobus opticus* der Vögel, die ihren *Neuraxon* in die Opticusfaserlage des Lobus hineinsenden, möglicher Weise die Ursprungszellen dieser centrifugalen Fasern seien. In dieser Beziehung ist jedoch, wie schon früher angedeutet wurde, die Möglichkeit nicht ausser Acht zu lassen, dass die letztgenannten Fasern auch der *Gudden*'schen Kommissur angehören könnten. Auf der anderen Seite hat die Lehre von zweierlei Fasern im *Opticus*, centrifugalen und centri-

Fig. 679. Zwei Nervenzellen aus der Netzhaut des Menschen, 350 mal vergr. Die kleinere mit zwei Fortsätzen nach aussen und nur einer entspringenden varikösen Nervenfaser, die andere mit einem sich theilenden Fortsatze, der in drei Nervenfasern übergeht und zwei abgerissenen solchen.

petalen, durch die neuesten Untersuchungen *Dogiel's* (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 44) eine volle Bestätigung und Erweiterung erfahren.

Unter den mannigfachen Schemata, die über den Verlauf der Opticusfasern aufgestellt wurden, verdient das von *v. Monakow* am meisten Beachtung (Arch. f. Psych. Bd. XX, Heft III, Tab. XI, Fig. 4), indem dasselbe einmal an die neuesten Errungenschaften in anatomischer Beziehung eng sich anschliesst und zweitens auch auf zahlreiche eigene Experimente sich gründet. Im Uebrigen sind auch einfachere Schemata denkbar, wie unten noch angegeben werden soll.

Der Aufschluss, den Experimente an Thieren über das Verhalten des Sehnerven ergaben, knüpft sich in erster Linie an den Namen *v. Gudden* und sollen hier die Hauptresultate, zu denen dieser ausgezeichnete Forscher gelangte, dargelegt werden.

1. Im *Chiasma* der *Nervi optici* findet sich ein besonderes Faserbündel, die *Commissura inferior* von *Gudden*, oder die *Gudden'*sche Kommissur der Autoren, die mit dem *Opticus* direkt nichts zu thun hat. Wenn man bei einem Kaninchen nach der Geburt beide Augen exstirpirt, so atrophiren die *Nervi optici* und entwickeln sich die *Tractus optici* nicht. Dagegen erhält sich im *Chiasma* ein weisser Strang, der wie eine Kommissur die *Thalami* verbindet. Diese Kommissur, die mit dem Sehen nicht in Zusammenhang steht, findet sich ausser beim Eichhörnchen, dem Iltis, der Katze und dem Fuchse, bei denen man sie von blossem Auge sieht (*Gudden*), auch sehr schön beim Maulwurfe und bei der Blindmaus (*Spalax typhlus*), bei denen der *Opticus* und der Gesichtssinn sehr unentwickelt sind. Beim Menschen stösst die *Gudden'*sche Kommissur in der Mitte an die dorsale Seite des *Chiasma*, seitlich schiebt sich zwischen beide Theile eine dünne Lage grauer Substanz ein. Im ferneren Verlaufe schlägt sich diese Kommissur bei Thieren um die *Pedunculi* herum und tritt in den *Thalamus* ein.

Eine zweite Kommissur, die mit dem *Opticus* noch weniger in Verbindung steht, ist die schon im § 163 erwähnte, von *Meynert* aufgefundene *Meynert'*sche Kommissur, die dorsal von der *Gudden'*schen und durch graue Substanz von derselben getrennt, ihre Lage hat und mit dem *Corpus Luysii* verbunden ist.

2. Der Sehnerv kreuzt sich im *Chiasma* bei einer Reihe von Geschöpfen wie beim Hechte, der Eidechse, der Taube *in toto*, bei anderen nur zum Theil. Zu diesen rechnet *Gudden* den Menschen, Affen, Hund, die Katze, das Kaninchen und Wiesel.

3. Ferner besteht jeder Sehnerv aus einem Sehfasern- und einem Pupillarfasernbündel, von denen das erstere dünne, das letztere dicke Fasern enthält. Mit den ersteren Fasern steht der vordere Vierhügel in Verbindung, mit den letzteren, die auch die reflektorischen heissen, das *Corpus geniculatum laterale* und ein Theil des Thalamus. Beide Faserbündel, die Sehfasern, wie die Pupillarfasern, bestehen aus einem *Fasciculus cruciatus* und einem *Fasciculus non cruciatus*. Beim Kaninchen, bei dem *Gudden* anfänglich eine totale Kreuzung annahm, soll nach späteren Untersuchungen doch ein kleines ungekreuztes Bündel vorkommen. Beim Hunde, der Katze und dem

Menschen ist dasselbe relativ gross und bei der Katze verhalten sich die zwei Bündel zu einander wie 5 : 3. Je mehr die Gesichtsfelder zusammenfallen, um so mächtiger sei der *Fasciculus non cruciatus.*

Dem Gesagten zufolge besteht jeder *Tractus opticus*, abgesehen von der *Meynert*'schen Kommissur, nach *Gudden*:

1. aus dem gekreuzten Sehfaserbündel der anderen Seite;
2. aus dem ungekreuzten Sehfaserbündel der gleichen Seite;
3. aus dem gekreuzten Pupillarfaserbündel der contralateralen Seite;
4. aus dem ungekreuzten Pupillarfaserbündel derselben Seite;
5. aus der *Gudden*'schen Kommissur;
6. endlich erwähnt *Gudden* auch ein direktes Hemisphärenbündel des *Tractus*, von dem weiter unten die Rede sein wird.

Aus dieser Darstellung von *Gudden* entwickelte sich dann die weitere Annahme, dass das ungekreuzte Bündel die laterale, das gekreuzte die mediale Seite der Netzhaut versorge.

Beleuchten wir nun diese Ansichten von *v. Gudden* näher, so finden wir, dass in der wichtigsten Frage nach der vollkommenen oder unvollkommenen Kreuzung der *Optici* die grosse Mehrzahl der Untersucher sich auf die Seite von *Gudden* stellte, während die vollständige Kreuzung nur bei wenigen Forschern, vor allem bei *Biesiadecki*, *Mandelstamm*, *v. Michel*, *W. Krause* und *Scheel* Vertheidiger fand. Wie *Michel* gewiss mit Recht bemerkt (Lehrb. d. Augenheilkunde 2. Aufl. 1890. S. 494), war von vorneherein die Prüfung und das Urtheil ein nicht unbefangenes, indem eine unvollständige Kreuzung als ein nothwendiges Postulat hingestellt wurde. Nur unter dieser Voraussetzung sei es möglich, das Verhalten der Gesichtsfelder beider Augen, ihre Deckung unter normalen und das Auftreten der Hemianopsie unter krankhaften Verhältnissen zu erklären. Dass diese Annahme eine irrthümliche ist, ist, wie *Michel* hervorhebt (l. c. S. 536), leicht nachzuweisen. Wäre die gleichseitige Hemianopsie, bei welcher in beiden Augen die eine Hälfte des Gesichtsfeldes ausfällt, entweder die rechte oder die linke, durch die anatomischen Verhältnisse im *Chiasma* zu erklären, so müsste die Menge der gekreuzten zu den ungekreuzten Fasern sich verhalten wie 1 : 1, während alle Anhänger der Halbkreuzung das Verhältniss wie 3 : 1, ja selbst 4 : 1, höchstens wie 5 : 3 schätzen.

Wäre ferner, fährt *Michel* fort, eine gleichnamige Hemianopsie durch eine Erkrankung des einen *Tractus* und eine unvollständige Kreuzung im *Chiasma* unter der Annahme eines lateral und eines auf der gleichen Seite liegenden Bündels im *Opticus* verursacht, so müsste bei einer Erkrankung des linken *Tractus* die Sehschärfe der sehenden Hälfte des rechten Auges herabgesetzt sein, während das linke Auge normale Sehschärfe hätte; bei einer Erkrankung des rechten *Tractus* wäre das Umgekehrte der Fall. Nun ist aber in typischen Fällen der gleichseitigen Hemianopsie die Sehschärfe auf beiden Seiten eine normale! Um dies erklären zu können, haben freilich die Anhänger einer Semidecussation die Hypothese einer Doppelversorgung der *Maculae* von beiden *Tractus* aus aufgestellt, die jedoch anatomisch ganz und gar unbegründet ist.

Von diesen Gesichtspunkten aus ist somit die Semidecussation im *Chiasma* in keiner Weise annehmbar zu machen und frägt es sich daher vor allem, wie die anatomischen Thatsachen sich gestalten. In dieser Beziehung ergiebt sich nun ein sehr grosser Widerspruch der einzelnen Erfahrungen und ist namentlich auffallend, dass die Beobachtungen von *Gudden* einerseits und von *Michel* andererseits mit Bezug auf das *Chiasma* des Menschen, der Katze, des Hundes und Kaninchens ganz Entgegengesetztes ergeben haben. Mir standen zur Entscheidung in dieser Frage die wichtigsten Präparate von *Michel* zur Verfügung und kann ich, gestützt auf eine sorgfältige Untersuchung derselben nur sagen, dass ich die Beschreibungen von *Michel* mit seinen Präparaten vollkommen übereinstimmend finde. Speziell möchte ich bei der Wichtigkeit der Sache folgendes hervorheben. Erstens sind die *Weigert*'schen Färbungen, auf welche *Michel* sich stützt, als vollkommen gelungen zu bezeichnen und kann von dieser Seite her jedenfalls kein Einwurf gegen seine Präparate erhoben werden. Zweitens ist bei der mikroskopischen Untersuchung der Präparate vom Kaninchen und der Katze mit Bestimmtheit nachzuweisen (*Michel*, Taf. II, Fig. 4, 5, 6) a) dass vom gesunden *Opticus* kein ungekreuztes markhaltiges Bündel auf den gleichseitigen *Tractus* übergeht und b) dass der *Tractus* der Seite, auf welcher der *Opticus* entartet ist, ganz und gar auch auf dem Querschnitte aus normalen Nervenfasern besteht und keine Spur eines degenerirten ungekreuzten Bündels zeigt. Drittens ist an der ganzen Serie, die sich auf den Fall 1 von einem 67jährigen Manne bezieht (l. c. Taf. III Fig. 3), in keinem Schnitte im gesunden *Tractus* eine Spur eines atrophischen ungekreuzten Bündels zu sehen, ebensowenig wie auf der Seite des kranken *Tractus* ein normales ungekreuztes Bündel zum gesunden *Opticus*. Viertens endlich habe ich auch von *Michel* angefertigte, nach *Marchi* gefärbte Präparate vom Kaninchenchiasma nach einseitiger Enucleation untersucht und an denselben mich überzeugt, a) dass der gesunde *Tractus* kein degenerirtes Bündel, sondern nur spärliche zerstreute Fasern mit Schollen enthält und b) was wichtiger ist, dass der kranke *Tractus* keine ungekreuzten Bündel oder zerstreute Fasern von normaler Beschaffenheit zeigt. Dagegen war c) an allen Präparaten die *Gudden*'sche Kommissur auf der Seite des entarteten *Tractus* besonders in ihren oberflächlichen Theilen ziemlich reichlich mit Schollen besetzt.

Nach *Michel*'s Untersuchungen ist das Verhalten der Fasern des *Tractus* am *Chiasma* folgendes: Dieselben begegnen sich mit den Sehnervenfasern in einem fast rechten Winkel, indem letztere und zwar die am weitesten lateral gelegenen in einem nach aussen am stärksten ausgesprochenen konvexen Bogen verlaufen; alsdann biegen dieselben in der Nähe der dorsalen Begrenzung des *Chiasma* fast rechtwinklig um, um die entgegengesetzte Seite zu erreichen. Dabei bilden häufig die am weitesten lateral gelegenen Fasern des *Chiasma* eine weit in den *Tractus* derselben Seite hineinragende Schleife. Diese Schleifenbildung ist überall, nur in wechselndem Grade auch an der Stelle des Ueberganges des Sehnerven in das *Chiasma* ausgesprochen. In stark geschwungenen zierlichen Bogen erstrecken sich die zu schmalen Nervenfaserbündeln zusammengefassten Nervenfasern, welche von dem *Tractus* einer Seite als unmittelbare Fortsetzungen kommen, weit in den intrakraniellen Theil des Sehnerven derselben Seite hinein, um alsdann in denjenigen der anderen Seite

überzugehen. Innerhalb des *Chiasma* ist eine strohmattenähnliche Verflechtung der Faserbündel vorhanden; in den seitlichen Theilen geschieht dies auf die eben beschriebene Weise, in der Medianebene in ventralwärts sich öffnenden spitzen Winkeln. Auch sind im *Chiasma*, wie in den Sehnerven, feinere und gröbere Fasern wahrzunehmen, ferner findet auch mannigfach eine Durchkreuzung in verschiedenen Tiefen des *Chiasma* statt. Ein reichliches Anastomosiren der Faserbündel ist im intrakraniellen Theile des Sehnerven anzutreffen und zwar um so reichlicher, je näher dem *Chiasma*. Hierbei handelt es sich nicht bloss um den Austausch einzelner und gröberer Bündel an einzelnen Stellen, sondern ein solcher findet in der ganzen Breite des Sehnerven durch zahlreiche Verzweigungen von Fasern und Faserbündeln verschiedenen Kalibers statt, so dass eine mannigfache Ueber- und Durchkreuzung beobachtet werden kann.

So viel über die Untersuchungen von *Michel*.

Bei der Wichtigkeit der Frage musste mir alles daran liegen, mir an eigenen Präparaten ein selbständiges Urtheil zu bilden und dies ist nun auch an zwei Horizontalschnittserien *Weigert*'scher Präparate des *Chiasma* des Menschen geschehen. Solche Präparate sind meines Erachtens vor allem geeignet, bestimmte Aufschlüsse zu geben, doch ist hierbei manches zu beachten. Einmal müssen die Schnitte eine vollständige Serie darstellen, denn es ist ja leicht möglich, dass in einer oder in vielen Ebenen nur gekreuzte Bündel vorkommen, während in anderen auch ungekreuzte solche sich finden könnten. Ferner hängt, wenn es sich um Erzielung guter Präparate handelt, alles davon ab, in welchem Zustande das zu untersuchende Objekt sich befand und erhält man aus diesem Grunde beim Menschen nur schwer vollkommen taugliche Präparate. Abgesehen davon bedingt auch der Grad der Färbung und die Feinheit der Schnitte grosse Verschiedenheiten. Die Schwierigkeit, vom Menschen gute Schnittserien zu erhalten, ist wohl auch der Grund, warum nur wenige Beobachter diesen Weg der Prüfung einschlugen. So scheint *Gudden* mit Schnittserien wenig Glück gehabt zu haben, denn die einzige von demselben gegebene Abbildung eines Horizontalschnittes

Fig. 680.

Fig. 680. Horizontalschnitt durch das *Chiasma* eines Kindes aus dem ventralen Drittheile. Nr. 13b. 6 : 1. *Weigert. CM Commissura Meynert; No Nervus opticus; Tro Tractus opticus; v* vordere Einbiegung, *Commissura ansata* nicht sichtbar.

des menschlichen *Chiasma* (Ges. Abh. Taf. XVI. Fig. 2) ist derart schematisch, dass ich nicht anstehe, zu behaupten, dass ungekreuzte seitliche Bogenfasern, wie solche als mächtige Bündel in derselben dargestellt sind, in natura nirgends sich finden.

Was nun meine Befunde an Horizontalschnitten betrifft, so verweise ich in erster Linie auf nebenstehende Abbildungen und bemerke dazu, dass ich an meinen Präparaten genau dasselbe sehe, was *Michel* vor Jahren in Arch. f. Ophth. Bd. XXX. Abth. II. 1873 beschrieben und in der Fig. 4 auf Taf. I dargestellt hat. An der einen meiner Serien sind, wenn man vom *Tractus* ausgeht, die vordersten Kreuzungsbündel in ihrem Ausgangspunkte vom lateralen Winkel des *Chiasma* und in ihrem Gesammtverlaufe bis zum vorderen *Chiasma*-Winkel so scharf gezeichnet und in ihren einzelnen Bündelchen erkennbar und

Fig. 681.

genau zu erfolgen, wie ich dies selbst an den Präparaten von *Michel* nicht so deutlich gesehen habe. Die schon von *Michel* beschriebenen Schlingenbildungen, die konvex in den Sehnerven vordringen, sind meist sehr deutlich. *S* förmige Biegungen finden sich auch am hinteren Chiasmawinkel nicht selten. Besondere Beachtung verdient ferner, dass zu beiden Seiten des vorderen Winkels sehr gewöhnlich ein Uebergang der sich kreuzenden Fasern in andere Ebenen statt hat, in welchem Falle zu beiden Seiten desselben eine bald breitere, bald minder breite dünnere oder dickere Lage von quer- und schiefgeschnittenen Fasern sich findet. Die Mitte des *Chiasma* zeigt in allen Höhen in seiner ganzen Ausdehnung das von *Michel* beschriebene strohmattenähn-

Fig. 681. Die vordersten Tractusbündel der linken Seite und die Bündel des *Nervus opticus*, die vom entgegengesetzten *Tractus* stammen, des Präparates der Fig. 680 stärker vergrössert, zur Demonstration der Abwesenheit eines lateralen ungekreuzten Bündels. *l* laterale Seite des *Chiasma*.

liche Geflecht und kann in dieser Gegend von ungekreuzten Bündeln keine Rede sein. Dagegen können dickere Schnitte theils am lateralen Winkel, theils an den Grenzen der mittleren dicht verflochtenen Zone solche vortäuschen; am ersteren Orte dann, wenn die lateralsten Tractusbündel sich in nahezu rechten Winkeln umbiegen und in ihrem dem Rande parallelem Verlaufe nahe an die von der anderen Steite abstammenden Randbündel des *Opticus* herangehen. Zu beiden Seiten der Mittelzone kann ebenfalls der Anschein ungekreuzter Bündel entstehen, wenn die sich kreuzenden Bündel beider Seiten, wie es meistens der Fall ist, hier unter sehr spitzen Winkeln auf einander stossen, in welchem Falle dann häufig Züge mit doppelter Fiederung entstehen. Die Untersuchung feiner Schnitte und die Anwendung stärkerer Linsen (Syst. 5 u. 6) klärt aber stets solche Verhältnisse auf und bin ich schliesslich, obschon ich von

Fig. 682.

Hause aus mit dem Gedanken, dass die Kreuzung keine totale sei, an diese Untersuchung ging, doch zu der Ueberzeugung gelangt, dass auch beim Menschen ungekreuzte Bündel an Schnitten nicht nachzuweisen sind.

Affen zu untersuchen, hatte ich noch keine Gelegenheit, dagegen habe ich das *Chiasma* des Fuchses, des Hundes und der Katze auf seinen Bau geprüft und hiebei folgendes gefunden. Der Fuchs, von dem mir eine Reihe Präparate durch die Freundlichkeit *Michel*'s zu Gebote stand, zeigte eine totale Kreuzung von wunderbarer Deutlichkeit, die ich in der Fig. 682 zur Beglaubigung vorführe. Doch will ich nicht unterlassen, zu bemerken, dass die 16 Präparate, über die ich verfügte, keiner vollständigen Serie entstammten und dass ich demzufolge

Fig. 682. *Chiasma* des Fuchses nach einem Präparate von Prof. *J. v. Michel*, *Weigert*. Syst. II. Oc. I. K. T. *CM Commissura Meynert; No Nervus opticus; Tro Tractus opticus.*

nicht weiter gehen kann, als zu sagen, dass an diesen Schnitten wenigstens keine ungekreuzten Bündel vorkommen. Was dagegen den Hund und die Katze betrifft, so standen mir von diesen ganz vollständige Serien *Weigert*'scher Präparate zur Verfügung und verdient das, was an diesen sehr schönen Präparaten zu sehen war, die grösste Beachtung. Das *Chiasma* eines erwachsenen kleinen Hundes wurde in 127 Schnitte zerlegt und ergab die sorgfältige Prüfung derselben Folgendes:

1. Ein kompaktes ungekreuztes Bündel findet sich auf alle Fälle beim Hunde nicht.

2. Ebensowenig eine grössere Zahl ungekreuzter, durch die ganze Breite des *Chiasma* zerstreuter Fasern. — Der Beweis hiefür liegt darin, dass an sehr vielen Schnitten ganz breite Kreuzungsbündel vorkamen,

Fig. 683.

bis zu 0,10—0,25 mm Breite und 0,20—0,40 mm Länge, an denen keine unter rechten Winkeln abgehende Fasern sich fanden und doch waren in diesen Bündeln bei stärkeren Vergrösserungen alle einzelnen Nervenfasern in langem Verlaufe zu verfolgen (Fig. 684).

3. Die Zahl der entschieden gekreuzten Bündel ist eine so überwiegend grosse, dass wenn beim Hunde ungekreuzte Fasern vorkommen, dieselben nur in verschwindender Minderzahl vorhanden sein könnten.

4. Die einzige Andeutung ungekreuzter Bündelchen fand sich in einer gewissen Zahl von Schnitten aus den tieferen ventralen Gegenden des

Fig. 683. Horizontalschnitt des *Chiasma* des Hundes. Nr. 16b. *Weigert.* 13 : 1. *CM Commissura Meynert; No Nervus opticus; Tro Tractus opticus.*

Chiasma, indem in diesen in der Gegend des lateralen Chiasmawinkels aber im Innern kleine Bündelchen vorkamen, die wie bogenförmig gekrümmt zwischen *Opticus* und *Tractus* ihre Lage hatten. In manchen Fällen gelang es nachzuweisen, dass diese Faserzüge Kreuzungsfasern von aussergewöhnlichen Biegungen angehörten, doch kamen auch welche vor, die den Eindruck von Bündelchen machten, die auf derselben Seite bleiben und vom *Opticus* aus auf den gleichseitigen *Tractus* sich umbiegen.

Alles zusammengenommen muss ich auf jeden Fall den Satz vertheidigen, dass das *Chiasma* des Hundes, wenn dasselbe überhaupt ungekreuzte Bündelchen führt, solche in so geringen Mengen enthält, dass dieselben physiologisch keine Rolle spielen könnten, wenn dieselben centripetale Fasern wären, die der Lichtempfindung dienen. Wenn solche wirklich vorkommen sollten, so läge es am nächsten, dieselben als centrifugale *Ramón*'sche Retinalfasern anzusehen.

N.o.s

Tr.o.s

Fig. 684.

Ebenso vollständige Serien von der Katze, von einem erwachsenen und einem neugeborenen Thiere, ergaben Folgendes (Fig. 685):

In erster Linie ist auffallend, dass, worauf bereits *Michel* aufmerksam gemacht hat (S. 61), der *Opticus* der Katze eine bedeutende Menge starker Nervenfasern enthält, die beim Hunde ganz fehlen. Ferner ist der Verlauf der Nervenfasern bei der Katze viel verwickelter als beim Hunde. Bei derselben findet sich namentlich jene schleifenförmige Ausbiegung der Opticusfasern Einer Seite, die *Michel* vom Menschen beschrieben und auch bei der Katze sehr schön abgebildet hat (l. c. Taf. II, Figg. 5 u. 6). Die Schleifen sind so beschaffen, dass sie einerseits vom *Tractus* aus konvex in den *Opticus* vor-

Fig. 684. Aus dem Horizontalschnitte Nr. 33a des *Chiasma* des Hundes. Syst. IV. Oc. III. K. T. *Nos Nervus opticus sinister; Tros Tractus opticus sinister; l* lateraler Winkel des *Chiasma*.

springen, andererseits gegen die Mitte des *Chiasma* eine hintere Konvexität bilden, die in der vorderen Hälfte des *Chiasma* ausgeprägter ist. Weiter nach hinten kommt mehr ein queres Strohmattengeflecht zu Stande, an welches dann die *Gudden*'sche Kommissur sich anreiht. Eigenthümlich und schon von *Michel* erwähnt sind vereinzelt oder zu zwei verlaufende sehr starke Nervenfasern, welche in der Verlängerung der Tractusfasern in das *Chiasma* oft andere Bündel kreuzen, nicht selten bogenförmig verlaufen, da und dort an andere Bündel sich anlegen oder von solchen ausgehen.

Auch bei der Katze findet sich kein kompaktes ungekreuztes Bündel und lässt sich dies mit derselben Bestimmtheit behaupten, wie beim Hunde. Ebenso wenig lassen sich bei diesem Thiere durch das ganze *Chiasma*

No

CM

Fig. 685.

zerstreute ungekreuzte Bündel oder auch nur vereinzelte solche nachweisen und komme ich somit zu demselben Schlusse wie beim Hunde.

Ganz allgemein möchte ich mich nun noch dahin aussprechen, dass, wer in Zukunft nach den hier mitgetheilten, ganz unbefangen angestellten Beobachtungen beim Menschen, beim Hunde und der Katze noch für das Vorkommen eines stärkeren ungekreuzten Opticusbündels im *Chiasma* oder ungekreuzter, in der ganzen Breite des *Chiasma* vorkommender Fasern einstehen will, in erster Linie die Aufgabe hat, diese Bündel anatomisch nachzuweisen. Hier kann meiner Meinung nach keine physiologische Hypothese, kein Experiment die Hauptrolle spielen, sondern hier heisst es in erster Linie Anatomie!

Es ist hier nicht der Ort, um die so ungemein zahlreichen Mittheilungen über den Bau des *Chiasma* zu besprechen, um so mehr als dieselben zu ganz widersprechen-

Fig. 685. Horizontalschnitt des *Chiasma* einer neugeborenen Katze. Nr. 10. *Weigert.* Syst. II. Oc. I. K. T. *No Nervus opticus*; *CM* und *Tro* wie in Fig. 684.

den Resultaten geführt haben und eine Kritik nur an der Hand zahlreicher eigener Beobachtungen möglich wäre. Ich verweise daher vor allem einerseits auf die Arbeiten von *Gudden* (Gesammelte Abhandlgn.), von *Ganser* (Arch. f. Psych. XIII), von *Singer* und *Münzer* (Beiträge zur Kenntniss der Sehnervenkreuzung Wien 1888) und andererseits auf die von *J. v. Michel* (Die Sehnervendegeneration und die Sehnervenkreuzung, Festschrift Würzburg 1887) und *Mandelstamm* (*Gräfe*'s Arch. XIX, 2) und möchte nur mit folgenden wenigen Bemerkungen den Eindruck schildern, den die Litteratur pro und contra auf mich gemacht hat. Vor allem den, dass die Mehrzahl der Vertheidiger der unvollkommenen Kreuzung beim Menschen und einigen höheren Thieren bei der Prüfung der Frage nicht unbefangen genug an dieselbe herantrat und von vorneherein aus physiologischen und anderen Gründen die Annahme einer Beziehung eines jeden Auges zu beiden Hirnhälften als ein nothwendiges Postulat betrachtete. Zweitens scheint mir, dass die mikroskopische Untersuchung der betreffenden Theile zu sehr vernachlässigt wurde. Wie wenig erfährt man in vielen Arbeiten über das Verhalten der Nervenfasern im atrophischen *Opticus* oder *Tractus*, ob das ungekreuzte Bündel da war oder fehlte (siehe z. B. die Figg. 22 und 27 von *Singer* und *Münzer*). Dann sind auch die Fehlerquellen der *Marchi*'schen Methode wohl kaum gehörig gewürdigt. So habe ich für mich die Ueberzeugung, dass in manchen Figuren der eben genannten Autoren zufällig auftretende Schollen als Zeichen einer Entartung der Nerven aufgefasst wurden. In Fig. 22 ist doch gar zu auffallend, dass die vermeintlichen degenerirten Fasern des ungekreuzten Bündels alle in der Richtung der Elemente des gesunden *Opticus* verlaufen. Dasselbe gilt von vielen scheinbar degenerirten Fasern der Fig. 27 vom Hunde und der Fig. 29 von der Katze. In der letztgenannten Figur ist namentlich auffallend, dass die Fasern des entarteten *Opticus* nahezu ganz in den contralateralen *Tractus* übergehen, während nur schwache Andeutungen des ungekreuzten Bündels sich finden, wogegen wiederum Fasern vorkommen, die ihrem Verlaufe nach nur auf den gesunden *Opticus* und die *Gudden*'sche Kommissur bezogen werden können. Wo ist ferner hier das ungekreuzte Bündel der gesunden Seite? Sehr auffallend und nicht erklärt ist auch, dass nach *Singer* und *Münzer* das ungekreuzte Bündel beim Kaninchen, dem Hunde und der Katze die ganze Breite des *Tractus* einnehmen soll, während dasselbe nach *Gudden* einen geschlossenen Strang bildet.

Ferner hat kaum jemand auf das im *Tractus* und *Nervus opticus* vorhandene, nur an *Golgi*-Präparaten demonstrirbare echte Neurogliagerüst geachtet und dasselbe untersucht. Und doch ist klar, dass eine Wucherung oder Atrophie desselben von dem grössten Einflusse auf die Durchmesser der betreffenden Theile sein muss, der bei den Würdigungen der Experimente eine solche Rolle spielt. Weiter ist der Antheil der verschiedenen *Chiasma* Elemente lange nicht hinreichend genau bekannt. Wie wenig wissen wir von der *Gudden*'schen Kommissur und ihrem Antheile am *Chiasma* und gar vom Hemisphärenbündel des *Tractus* (s. unten). So erfahren wir z. B. von *Singer* und *Münzer* bei Beschreibung ihres Hauptexperimentes an der Katze nichts Genaueres über die *Gudden*'sche Kommissur. Nur stärkere Vergrösserungen, als die ihrer Figg. 38—40 hätten zeigen können, ob dieselbe da war oder nicht.

Und was ist uns von der Entwicklung der Opticusfasern bekannt, und wie wenig wird das, was wir wissen, berücksichtigt? *W. Müller* hat bewiesen, dass der *Opticus* von der *Retina* aus centripetal wächst, und trotzdem nimmt *Ganser* in seinem berühmten Versuche (l. c.) an, dass, wenn einem jungen Kätzchen der linke *Tractus* zerstört werde, das gekreuzte Bündel im rechten *Opticus* fehlen müsse, wundert sich dann aber über die Mächtigkeit des, wie er glaubt, allein erhaltenen ungekreuzten Bündels.

Alles zusammengenommen wird übrigens jeder, mag er auf dieser oder jener Seite stehen, zugeben müssen, dass eine Zahl von Thatsachen vorliegen, die für die eine oder die andere Ansicht sprechen und vorläufig nicht zu vereinen sind. So die „unheimlichen" Eulen mit ihren zusammenfallenden Gesichtsfeldern und ihrer auch von *Gudden* anerkannten totalen Kreuzung der *Optici*, dann der Fall von *Ganser* vom Menschen (l. c. Taf. VI Fig. 11) mit dem scheinbar ganz isolirt verlaufenden ungekreuzten Bündel, ferner die seltenen Fälle von Mangel des *Chiasma* und von getrennt verlaufenden *Tractus* und *Nervi optici* (s. *Meckel*, Path. Anat. Bd. I S. 398 und *Henle*, Nervenlehre S. 393) und anderes mehr. Ich lege das Hauptgewicht auf die anatomische Prüfung

und spreche mich aus diesem Grunde, wenn auch nicht mit voller Bestimmtheit, doch mit grösster Wahrscheinlichkeit, für die totale Kreuzung der centripetalen, in der Netzhaut entspringenden Opticusfasern auch beim Menschen, dem Hunde, der Katze und dem Kaninchen aus. Auch möchte ich hier noch der Ueberzeugung Ausdruck verleihen, dass es gelingen wird, durch Verfolgung der Entwicklung des *Opticus* die totale Kreuzung der Opticusfasern auch bei den *Carnivoren* nachzuweisen, wie ich dieselbe beim Kaninchen, Schafe, Schweine und Rinde fand (Entwicklungsgesch. 2. Aufl. 1879 S. 695).

In einer neuen Arbeit von *Ramón y Cajal* beschreibt derselbe nach neuen Versuchen mit *Marchi's* Methode auch bei der Ratte und Maus, die bisher als Geschöpfe mit totaler Kreuzung galten und auch, die Maus wenigstens, speziell von *Singer* und *Münzer* (S. 12 und Figg. 15—19) als solches anerkannt wurde, ein ungekreuztes Bündel und häufen sich so die Schwierigkeiten, die die sich widersprechenden Experimente mit sich bringen, in noch höherem, wenig erfreulichem Maasse, namentlich, wenn man durch *Ramón* noch erfährt, dass das ungekreuzte Bündel nur zum *Corpus geniculatum laterale* seiner Seite gehe, während das gekreuzte Bündel denselben Körper und ausserdem noch den vorderen Vierhügel und einen Theil des *Thalamus* versorge (Ann. de la Socied. espanola di hist. nat. 2. Ser. Tom. III, 1894, p. 236).

Ein weiteres Beispiel widersprechender Angaben aus neuester Zeit ist noch folgendes. *Munk* behauptet immer noch (Ueber die Funktion der Grosshirnrinde, 2. Aufl. 1890 S. 208 u. ff.) wie 1883, gestützt auf seine Versuche, dass die Vögel keine totale Kreuzung besitzen und doch haben, ausser *Gudden*, *Michel* und *Singer* und *Münzer*, schon viele Autoren die totale Kreuzung bei Eulen und Tauben beschrieben und abgebildet, denen ich das Huhn beifügen kann, bei dem, besonders auch bei Embryonen von 10 Tagen, die Kreuzung wunderbar deutlich ist (siehe auch *Bellonci* in Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 47 1888 S. 1, und *Mayser* in Zeitschr. f. Psych. Bd. 51).

In Betreff der Litteratur über den Bau des *Chiasma* verweise ich besonders auf *v. Gudden's* gesammelte Abhandlungen und auf die Arbeit von *v. Michel.*

Ich erwähne nun noch einige besondere Verhältnisse, die auf den Bau des *Chiasma* und der benachbarten Theile Bezug haben

Die *Meynert'sche* Kommissur tritt nach *Gudden* beim Kaninchen frei zu Tage am hinteren Rande des *Chiasma* und verliert sich etwa in der Mitte des *Pes pedunculi* (Ges. Abh. Taf. XVI Fig. 1).

Dieselbe besitzt stärkere Fasern. Beim Menschen sieht man dieselbe nur an Schnitten, sowohl an frontalen (Figg. 686 u. 688) als an sagittalen (Figg. 651 bis 653, bei *Gudden* Taf. XIX) und horizontalen (*Gudden* Taf. XVI Fig. 2, in welcher, wie *Gudden* selbst verbessert [S. 153], das als *Commissura inferior* bezeichnete Bündel die *Meynert'sche* Kommissur ist).

Die *Gudden'sche* Kommissur, oder *Commissura inferior*, die ich, beiläufig gesagt, wohl schon vor Jahren zuerst gesehen, indem ich in meiner Entwicklungs-Geschichte (2. Aufl. S. 695) quere Kommissurenfasern der Sehhügel am *Chiasma* beschrieb, ist beim Kaninchen, wie wir oben schon sahen, von *Gudden* experimentell dargestellt worden, jedoch mit dem *Chiasma* untrennbar verbunden. Ihr genauerer Verlauf ist übrigens noch nicht so nachgewiesen, als es wünschbar wäre. Fest steht, dass dieselbe im *Corpus geniculatum mediale* endet. Nach *Gudden* (Ges. Abh. S. 134, 163) senkt sich diese Kommissur beim Kaninchen auch zwischen dem *Pedunculus cerebri* und dem *Tractus peduncularis transversus* in den *Thalamus* ein und scheint z. Th. auch mit dem *Corpus geniculatum externum* in Verbindung zu stehen (l. c. S. 134). Weiter melden *Darkschewitsch* und *Pribytkow* (Neurol. Centralbl. 1891, S. 427), dass diese Kommissur, ausser mit den *Corpora geniculata medialia*, auch mit den Linsenkernen in Verbindung stehe, in der Weise, dass sie beide diese

Theile kreuzweise verbinde. Nach meinen eigenen Untersuchungen kann ich beim Kaninchen für einmal nur für eine Verbindung mit dem *Thalamus* und dem *Corpus geniculatum mediale* einstehen. Beim Menschen ist unbekannt, wie stark die *Gudden*'sche Kommissur ist, und wie ihr Verlauf sich gestaltet. Die Fasern derselben sind beim Kaninchen und der Maus feiner als die Sehnervenfasern (*v. Gudden*), beim Maulwurfe gröber (*Ganser*). Bei einer gewissen Kaninchenrasse, der Wanderratte, der Wühlratte und einzelnen Mäusearten ist die *Commissura inferior* gerade hinter dem *Chiasma* auf eine kurze Strecke, wenn auch nicht ganz isolirt, doch als äusserlich abgegrenztes Bündel zu erkennen (*Ganser* S. 704), ebenso nach *v. Gudden* beim Eichhörnchen, Iltis, der Katze, dem Fuchse. Beim Maulwurfe wird nach *Ganser* der *Tractus opticus* zum grösseren Theile von der unteren Kommissur gebildet. Als kompaktes Bündel verläuft sie über die medialen zwei Drittheile des Hirnschenkelfusses, im lateralen Drittheile aber sendet sie Fasern in denselben hinein, die ihn in Felder theilen. Der grösste Theil des *Tractus* aber strahlt in zierlichen Bögen um den lateralen Rand des Hirnstieles herum in die Gitterschicht des *Thalamus* und in denselben hinein. Diese Fasern gehören nach *Ganser* (S. 705) dem allergrössten Theile nach der *Gudden*'schen Kommissur an, ob nicht auch z. Th. den Sehnervenfasern, ist zweifelhaft. Fast als sicher bezeichnet es aber *Ganser*, dass weiter rückwärts Fasern der unteren Kommissur in die *Corpora geniculata* übergehen.

Drittens ist das Hemisphärenbündel des *Tractus opticus* von *Gudden* zu besprechen, das derselbe im Arch. f. Psych. II, S. 714 u. 716 (Ges. Abh. S. 168, 169) zum ersten Male erwähnt. Ausser dem *Nervus opticus* und der *Commissura inferior* soll im *Tractus* noch ein dritter Faserzug sich finden, der in die dem *Tractus* anliegenden äussersten Bündel des *Pedunculus cerebri* eintrete und mit denselben in die Hemisphäre übergehe. Bei Kaninchen, denen gleich nach der Geburt beide Augen entfernt werden, deren Sehnervenfasern somit vollständig atrophirt sind, findet man gleichwohl ein mit der *Commissura inferior* zusammenhängendes Markbündel, welches beide Kniehöcker theils überzieht, theils in sie eindringt, welches aber viel zu mächtig ist, als dass es sich von der *Commissura inferior* allein ableiten liesse.

Seitdem hat sich *v. Gudden* wiederholt überzeugt, dass die Fortnahme einer Hemisphäre, die auf den Sehtraktus und die *Commissura inferior* gar keinen Einfluss ausübt, den betreffenden Antheil des Gesammttraktus zu Grunde gehen lässt (l. c. S. 169). Dazu kommt, dass es *Ganser* gelang, nachdem er bei einem neugeborenen Kaninchen vom *Foramen opticum* aus das *Chiasma* mit Einschluss der *Commissura inferior* zerstört und hierdurch eine vollständige Atrophie der zugehörigen Theile des *Tractus* herbeigeführt hatte, das Hemisphärenbündel des *Tractus* vollkommen und frei zu Tage liegend zu isoliren (*v. Gudden* Ges. Abh. Taf. XXIX, Fig. 2 *HB*). Nach *Ganser* gehen die Fasern dieses Bündels, das er Stiel des lateralen Kniehöckers nennt, in beide Kniehöcker und in den vorderen Zweihügel. In Betreff des weiteren Verlaufes dieser Fasern im Hirnschenkel vermuthet *v. Gudden* auf Grund einer Reihe noch nicht vollständig veröffentlichter Versuche (Ges. Abh. S. 184), dass dieselben der Grosshirnrinde zugeführt werden.

Am *Chiasma* findet sich viertens auch die sogenannte *Commissura ansata* von *Hannover*. An Horizontalschnitten durch das *Chiasma* sieht man an seinem vorderen Rande eine Lage quer und schief durchschnittener feiner Fasern, die *Henle* in seiner Fig. 241 sehr getreu abbildet, die eine Lage von 0,058—0,10 mm Mächtigkeit bilden. Woher diese Elemente stammen, lehren sagittale Schnitte mit Leichtigkeit. An solchen sieht man von der *Lamina cinerea terminalis* und vom *Pedunculus corporis callosi* aus eine oft (*Henle*) 0,75 mm mächtige Lage auf die vordere Fläche des *Chiasma* herabsteigen (Fig. 654). Der weitere Verlauf dieser Elemente ist nicht leicht klar zu stellen. *Henle* lässt dieselben an einer Stelle (Nervenlehre 2. Aufl. S. 284) nach Umhüllung des mittleren Theiles der Vorderfläche des *Chiasma* an beiden Seiten in peripherer Richtung auf den Sehnerven sich fortsetzen. Später (S. 389) meldet er, dass die Fasern der *Commissura ansata* oberflächlich über die vordere und untere Fläche des *Chiasma* verlaufen, um zuletzt sich rückwärts zu wenden und am *Tuber cinereum* sich zu verlieren.

Meine Erfahrungen über diese *Commissura ansata* sind folgende: Ich finde dieselbe nur an der vorderen Seite von Horizontalschnitten des *Chiasma*, während in dessen hinterem Winkel stets nur die *Meynert*'sche Kommissur in verschiedenen Entwicklungen zu sehen ist. An Sagittalschnitten finde ich dieselben Fasern als longitudinale Elemente an der vorderen Seite des *Chiasma* in verschiedener Stärke, vermag jedoch nicht mit Sicherheit zu behaupten, dass dieselben auch auf den *Nervus opticus* sich fortsetzen. Dorsalwärts stammen diese Fasern einmal aus der *Lamina terminalis* und zeigt sich da, wo dieselben das *Chiasma* erreichen, eine Theilung in der Art, dass ein Abschnitt der Fasern an der dorsalen Seite um das *Chiasma* herumzieht und dann sich verliert, während der andere Abschnitt an der vorderen Seite desselben verläuft. Weiter seitlich kommen diese Fasern wie aus dem *Thalamus* und der Gegend des Ganglion der *Ansa peduncularis* von *Meynert*. An der hinteren Seite des *Chiasma* finden sich auch ventralwärts und hinter der *Commissura Meynert* Fasern von dorsoventralem Verlaufe in beträchtlicher Zahl, die theils im *Tuber cinereum*, theils am Anfange des *Infundibulum* sich verlieren, ohne weiter in letzteres einzutreten.

An Frontalschnitten stellt sich in der Gegend des *Chiasma* die *Commissura ansata* in eigener Weise dar. In der Medianebene besteht dieselbe aus zwei Faserbündeln, die vertikal aus der grauen Innenwand des *Thalamus* herabsteigen und da, wo sie das *Chiasma* erreichen, sich kreuzen und rechts und links in das *Chiasma* übergehen. Weiter seitwärts ziehen ähnliche Fasermassen dorsoventralwärts aus der Gegend der *Columnae fornicis* gegen das *Chiasma* herab und schliessen sich dem *Tractus* ihrer Seite an, ohne sich zu kreuzen. Weiter nach hinten, wo die *Tractus optici* nicht mehr vereint sind, tritt an die Stelle der genannten Fasermassen eine starke *Meynert*'sche Kommissur und die gleich zu erwähnende *Commissura hypothalamica anterior*.

Die Fasern, die eben beschrieben wurden, sind offenbar nichts anderes als die sog. basale Opticus-Wurzel der Autoren, die schon auf Seite 490 bei Gelegenheit des Referates über *Honegger*'s Angaben die *Taenia thalami* betreffend erwähnt wurde. Dieselbe soll nach *Luys* aus dem *Ganglion opticum basale* entspringen und noch im *Tuber cinereum* sich kreuzen, was *Meynert* bestimmt

als nicht richtig erklärt, da die feinen betreffenden markhaltigen Bündelchen sich über dem *Chiasma* sofort nach aussen in den *Nervus opticus* wenden. Die klarsten Bilder, welche für die Annahme ungekreuzter Opticusbündel sprechen, seien daher dieser Stelle seines Ursprungs zu entnehmen, sagt *Meynert*, der nach dem von mir vorhin Bemerkten ebenso wie *Luys* im Rechte ist.

Schon vor *Meynert* liess übrigens *J. Wagner* (Ueber den Ursprung menschlicher Sehnervenfasern im Gehirn 1863) einzelne Opticusfasern aus den Ganglienzellen des *Tuber cinereum* entstehen und *Henle* (Nervenlehre 1871 S. 250) ist derselben Meinung. *Darkschewitsch* beschreibt ein Bündel von der medialen Seite des *Tractus*, das sich zum *Nucleus habenulae* wende und von da durch den *Thalamus* zum Zirbelstiele und zur hinteren Kommissur sich begebe, deren Fasern mit seinem oberen Oculomotoriuskerne in Verbindung stehen, der, wie bereits früher auseinandergesetzt wurde, gar kein Okulomotoriuskern ist daher wir auch nicht auf die physiologischen Ableitungen eingehen, die *Darkschewitsch* an dieses Bündel knüpft. Zweifellos sind nach *Bechterew* auch Fasern, die hinter dem *Chiasma* aus dem *Tractus* unmittelbar zur grauen Substanz des Bodens des dritten Ventrikels sich begeben (*Flechsig, Bogrow*) und sollen dieselben besonders im Gehirn des Kaninchens leicht nachzuweisen sein. Nach *Bogrow* (citirt bei *Bechterew* S. 78) bilden diese Fasern eine besondere Wurzel des *Nervus opticus*, welche in den letzteren von der Basis des *Thalamus opticus* her an jener Stelle sich einsenkt, wo der *Tractus opticus*, am *Tuber cinereum* der Hirnbasis sich dicht anschmiegt. Endlich kann auch an eine von *Edinger* bei Fischen, Amphibien und Reptilien erwähnte besondere Wurzel des *Opticus* erinnert werden, die an der Hirnbasis aus einem dem *Corpus mammillare* entsprechenden Ganglion entsteht. Alles zusammengenommen, kann es doch wohl als sicher angesehen werden, dass aus den medialen Theilen des Zwischenhirns, oder allgemein ausgedrückt, aus den Wandungen des dritten Ventrikel, Fasern auf den *Tractus opticus* übergehen, die z. Th. gekreuzt, z. Th. ungekreuzt verlaufen. Ob auch Fasern vorkommen, die von den angegebenen Stellen aus, auf den *Nervus opticus* übergehen, die somit eine basale Opticuswurzel im Sinne der Autoren darstellen würden, scheint mir noch weiterer Prüfung zu bedürfen, obschon auch ich an Sagittalschnitten solche Fasern gesehen zu haben glaube.

Endlich erwähne ich noch die *Commissura hypothalamica anterior* (*Decussatio subthalamica anterior Ganser*), die sowohl an Frontalschnitten (Fig. 686) als an sagittalen Schnitten leicht zur Anschauung kommt. An letzteren hat schon *Gudden* dieselbe auf seiner Tafel XIX an vielen Querschnitten des *Tractus* des Menschen, der Katze, des Hundes und Kaninchens unter der Bezeichnung: *BTc* Bündel im *Tuber cinereum*, dargestellt, und an meinen Sagittalschnitten ist dieselbe auch dorsalwärts von der *Meynert*'schen Kommissur zu sehen. Ueber das weitere Verhalten dieser Kommissur, die *Ganser* zuerst benannt hat (S. 687) vermag ich keine weiteren Aufschlüsse zu geben, als diejenigen, die der Fig. 686 zu entnehmen sind, welche zeigt, dass dieselbe lateral von der Fornixsäule dorsalwärts verläuft und dann in den andern, in derselben Richtung verlaufenden Faserbündeln (der *Ansa lenticularis*, dem *Stilus inferior thalami* und dem dorso-ventral verlaufenden Abschnitte der *Stria medullaris thalami*) sich verliert.

Ich bespreche nun noch die Aufstellung von v. *Gudden*, derzufolge der *Opticus* aus zweierlei physiologisch verschiedenen und anatomisch getrennten Fasern bestehen soll, die Sehfasern und Pupillar- oder Reflexfasern genannt werden. Ich gestehe, dass ich nirgends bei *Gudden* vollgültige Beweise für diese Behauptung finde, die auch von Seiten der Anatomie ganz in der Luft schwebt. Der Bau der Netzhaut bietet nämlich nicht den geringsten Anhaltspunkt für die Annahme zweier physiologisch getrennter Faserarten dar und spricht alles, was wir nach dieser Seite wissen, dafür, dass die Opticusfasern die alle in gleicher Weise in dem *Ganglion nervi optici* entspringen, alle den gleichen Bau besitzen und wesentlich gleich verlaufen, auch physiologisch dieselbe Bedeutung haben. Sollten die Experimente von *Gudden* in der Beziehung sich als richtig herausstellen, dass die Pupillarreflexe nur von gewissen Theilen

Fig. 686.

der optischen Centralorgane ausgehen, so würde ich aus denselben nicht den Schluss ableiten, dass gewisse Fasern des *Opticus* keine Lichtempfindung vermitteln, sondern nur die Annahme für gerechtfertigt halten, dass die Bedingungen zur Entstehung von Reflexen nur in gewissen Centren vorliegen.

Es ist hier nicht der Ort, ausführlich auf die Frage der Irisreflexe einzugehen, doch kann ich mich nicht enthalten, darauf aufmerksam zu machen, dass auch hier einander ganz entgegenstehende Experimente vorliegen. Einerseits meldet v. *Gudden* vom Kaninchen, dass die genannten Reflexfasern im *Tractus* verlaufen, indem bei Läsion des *Corpus geniculatum laterale* Reflextaubheit entstand, andererseits giebt v. *Bechterew* an (*Pflüger*'s Arch. 1883), dass beim Hunde die Zerstörung des lateralen Kniehöckers

Fig. 686. Frontalschnitt der *Regio hypothalamica* des Menschen. 3:1. *Weigert*. *Al Ansa lenticularis*; *Ca Commissura anterior*; *Cf Columna fornicis*; *Cha Commissura hypothalamica anterior*; *Ci Capsula interna*; *Cm Commissura Meynert*; *G Ganglion opticum basale*; *Nap Nucleus ansae peduncularis*; *Pp Pes pedunculi*; *Sti Stilus inferior thalami*; *Th Thalamus*; *Tro Tractus opticus*; *I, II, III* Glieder des Linsenkernes.

und Durchschneidung des *Tractus opticus* ohne Einfluss auf die Reaktion der Pupille sei. Dagegen haben Läsionen im Gebiete des III. Ventrikels charakteristische Veränderungen der Lichtreaktion beider Pupillen zur Folge und nimmt daher *v. Bechterew* an, dass die Pupillenfasern hinter dem *Chiasma* von den Lichtfasern des *Tractus opticus* sich trennen, und auf mehr direktem Wege ungekreuzt zu den Kernen des *Oculomotorius* sich begeben (s. auch Arch. slaves. de Biologie 1886). Beachtung verdient auch noch folgendes: Nach *Steinach* (*Pflüger's* Arch. 1890) besitzen alle Thiere mit totaler Kreuzung der Sehnerven (Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und niedere Säuger, auch Nager) nur eine direkte, aber keine konsensuelle Pupillarreaktion, während alle Thiere mit theilweiser Kreuzung (höhere Säuger, Mensch) direkte und konsensuelle Irisreaktion aufweisen. Nun gehört aber zu den ersten Thieren auch das Kaninchen. Wird bei diesem Thiere ein *Tractus* durchschnitten, so wird das entgegengesetzte Auge blind und die Pupille reflextaub und umgekehrt, trotz des ungekreuzten, von *v. Gudden* beschriebenen Bündels.

Wie schwer bei Säugern die Entscheidung ist, ob ein solches Thier blind sei oder nicht, lehren die Erfahrungen von *Singer* und *Münzer* an Katzen, denen beide Augen enucleirt waren. Bei diesen Thieren ersetzte der Gehörsinn in einer geradezu wunderbaren Weise den Gesichtssinn, so dass selbst geübte Beobachter von dem Mangel der Augen nicht leicht zu überzeugen waren (l. c. S. 17 Anm.). Es ist somit bei Prüfungen der Frage, ob ein Säuger noch Lichtempfindung habe, sowohl bei intelligenten Geschöpfen, wie Katzen und wohl auch Hunden, als auch bei minder begabten, wie Kaninchen, mit grosser Vorsicht zu verfahren.

Ich gehe nun zur Schilderung des weiteren Verlaufes des *Tractus opticus* des Menschen über. Nachdem derselbe um den Hirnschenkel herumgelaufen, mit welchem der *Tractus* durch *Glia*-Elemente z. Th. auch durch die *Gudden*'sche Kommissur durch einfache Anlagerung innig verbunden ist, spaltet sich derselbe in einen vorderen (lateralen) und einen hinteren (medialen) Schenkel. Die vordere Wurzel scheint im *Corpus geniculatum laterale* sich zu verlieren, besteht jedoch aus mehreren Abschnitten. Einer derselben zieht im Arm der vorderen Vierhügel zu diesen, welchen Fasern sich noch andere mit derselben Endigung beigesellen, die oberflächlich über das *Corpus geniculatum laterale* verlaufen. Ein sehr bedeutender Theil dieser Wurzel ferner endet im *Corpus geniculatum laterale* in dessen weissen Blättern, während ein dritter starker Abschnitt theils unter dem genannten *Corpus geniculatum* durch in das *Pulvinar thalami* ausstrahlt, theils oberflächlich in das *Stratum zonale* übergeht.

Alle diese Theile gehören dem eigentlichen Opticusantheil des Tractus an, wogegen die hintere Wurzel, wie die Versuche von *Gudden* lehren, einem guten Theile nach die Fortsetzung der *Commissura inferior* ist und mit dem Sehen nichts zu thun hat. Diese hintere Wurzel dringt in das *Corpus geniculatum mediale* ein und verläuft von hier aus durch den Arm des hinteren Hügels in diesen selbst. Ausserdem dringen unbedeutende Theile der hinteren Wurzel direkt, z. Th. zum hinteren Vierhügel, z. Th. aber auch in den vorderen Hügel ein. Zerstört man die beiden *Nervi optici*, so atrophirt, wie *Gudden* zuerst gezeigt hat, ein grosser Theil beider Tractus, ferner die vorderen Vierhügel, die hinteren Theile des *Thalamus* und die lateralen Kniehöcker, dagegen erhält sich die *Gudden*'sche Kommissur, der mediale Kniehöcker und der hintere Vierhügel, womit bewiesen ist, dass diese Theile mit dem Sehen direkt nichts zu thun haben.

In Betreff der Art und Weise, wie sich der Verlauf des *Tractus opticus* im Einzelnen und vor allem in Schnitten darstellt, ist folgendes zu bemerken.

Vom *Menschen* stellt die Fig. 687 einen Frontalschnitt durch das vordere Ende der hinteren Vierhügel und die Hirnstiele dar, der im Wesentlichen mit der Fig. 131 von *Obersteiner* und mit den Figg. 325 u. 326 von *Dejerine* übereintrifft. Derselbe zeigt, dass ein bedeutender Theil des *Tractus opticus* (*Tro*) in das *Corpus geniculatum laterale* (*Cgl*) eintritt und in die weissen Blätter desselben direkt sich fortsetzt, während ein anderer Theil, lateralwärts von dem genannten Kniehöcker und auch wie aus demselben heraustretend zum hintersten Theil des *Thalamus*, dem *Pulvinar* (*Tho*) sich begiebt und oberflächlich auf denselben und auch in sein Inneres ausstrahlt. Ausserdem ergiebt sich, dass auch das *Corpus geniculatum mediale* (*Cgm*) von Tractusfasern umgeben wird.

Fig. 687.

Wieder etwas anders stellen sich die Verhältnisse in der Fig. 688 dar, die von einem Embryo stammt. Hier verliert sich der *Tractus* wesentlich im *Corpus geniculatum laterale*. Ausserdem zeigt derselbe starke Fasermassen, die, um den lateralen Theil des Hirnstieles sich herumbiegend und denselben theilweise durchsetzend, zwischen dem *Nucleus ruber* (*Nr*) und dem *Corpus geniculatum mediale* in der Richtung auf den *Lemniscus medialis* (*Lm*) aus-

Fig. 687. Frontalschnitt durch den vorderen Theil der hinteren Vierhügel, die Hirnstiele, die *Corpora geniculata* und den hintersten Theil des *Thalamus* vom Menschen. Ser. 37. Präp. 275 von Prof. *Rieger. Weigert.* 3 : 1. *Brc* Bindearmkreuzung; *C* Kommissur der hinteren Vierhügel; *Cgl Corpus geniculatum laterale; Cgm Corpus geniculatum mediale; Ll Lemniscus lateralis*; *Lm Lemniscus medialis*; *Nqp* Kern des hinteren Vierhügels; *PP Pes pedunculi*; *Sn Substantia nigra*; *Tho Pulvinar thalami*; *Tro Tractus opticus*; *a Aquaeductus.*

strahlen und z. Th. auch in das *Corpus geniculatum mediale* eingehen. Diesen Theil des *Tractus* betrachte ich als der *Gudden*'schen Kommissur angehörend, die als besonderes Bündel nicht sichtbar ist, während die *Meynert*'sche Kommissur (*CM*) unterhalb des *Tuber cinereum* (fälschlich als *Cmv* bezeichnet), dicht über dem Chiasma deutlich ist.

Hier ist nun der Ort, um von den *Corpora geniculata* zu handeln. Das *Corpus geniculatum mediale* besitzt eine oberflächliche Schicht weisser Substanz, die in bereits erwähnter Weise mit der hinteren Wurzel des *Tractus opticus* in Verbindung steht und auf der anderen Seite mit dem hinteren Vierhügel durch den Arm desselben sich vereint. Die graue Substanz im Innern dieses Höckers ist nach vorne zu von dem Innern des *Thalamus* kaum ge-

Fig. 688.

schieden, zerfällt beim Menschen nicht in besondere Abtheilungen und besteht aus kleineren und mittelgrossen multipolaren Zellen von 20—25 μ. Beim Kaninchen besteht dieser Körper, wie bereits früher gemeldet wurde, nach den Untersuchungen von *Nissl* aus einer grösseren Zahl besonderer Kerne.

Das *Corpus geniculatum laterale* ist schon durch seine gelbgraue Färbung und dann durch einen besonderen Bau gekennzeichnet, indem dasselbe,

Fig. 688. Frontalschnitt durch die Vierhügelgegend des Gehirnes eines menschl. Embryo von 9 Monaten. Ser. VI. Nr. 357. 3 : 1. *Weigert. Cgl Corpus geniculatum laterale*; *Cgm Corpus geniculatum mediale*; *CM Commissura Meynert*; *Cmd Corpus mammillare*; *Cmv Tuber cinereum*; *FM Fasciculus Meynert*; *Ll Lemniscus lateralis*; *Lm Lemniscus medialis*; *ND* Kern von *Darkschewitsch*; *Nr Nucleus ruber*; *PP Pes pedunculi*; *PP*[1] markhaltiger Theil desselben; *Pth Pulvinar thalami*; *Tro Tractus opticus*; *Tro*[1] Theil des *Tractus*, der in das *Corpus geniculatum mediale* und *laterale* und das *Corpus Luysii* eingeht.

worauf zuerst *Meynert* die Aufmerksamheit lenkte, aus abwechselnden Lagen weisser und grauer Substanz besteht. Die ersteren sind unmittelbare Fortsetzungen der Opticusfasern, während die letzteren, die mächtiger sind, neben einer gewissen Zahl von Nervenfasern viele Nervenzellen enthalten. Diese sind multipolar von 25—30—40 μ Durchmesser und durch die grosse Zahl ihrer Dendriten und ihre gleichmässige Verästelung nach allen Seiten ausgezeichnet. Da es mir bis jetzt nicht gelang, gute *Golgi*'sche Präparate dieses *Corpus geniculatum* vom Menschen, auch von Embryonen und Kindern nicht, zu erhalten, so vermag ich über die Art und Weise der Verbreitung dieser Zellen und der sie umgebenden Nervenfasern nichts auszusagen.

Fig. 689.

Von Säugern gebe ich nun noch einige Bilder über die Tractusausstrahlung im Gehirn. Von der Katze zeigt die Fig. 689 den Uebergang des *Tractus opticus* in das *Corpus geniculatum laterale* und in das *Stratum zonale* des *Thalamus*. Noch deutlicher

Fig. 690.

Fig. 689. Frontalschnitt durch die *Thalami optici* der Katze. Nr. 278a. 3 : 1. *Weigert*. *Cgl Corpus geniculatum laterale*; *CL Corpus Luysii*; *Cm Corpus mammillare*; *FM Fasciculus Meynert*; *Ft Fasciculus tegmento-mammillaris* (Haubenbündel); *Nd Nucleus dorsalis*; *Nl Nucleus lateralis thalami*; *Nmed Nucleus medialis*; *Pp Pes pedunculi*; *Strm Stria medullaris*; *Strz Stratum zonale*; *Tro Tractus opticus,* lateral und ventral davon ein Theil des Ammonshorns.

Fig. 690. *Thalamus opticus* vom Kaninchen. Nr. 181 a. Buchstaben wie in Fig. 691. Ausserdem: *Cgm Corp. gen. mediale*; *Cm Corpus mammillare*; *Qa* vorderer Vierhügel; *Sn Substantia nigra*; *dvF* dorso-ventrale Faserung; *lh* lateraler hinterer und *hl* hinterer lateraler Kern von *Nissl*.

sind diese Verhältnisse zu erkennen in der Fig. 690 vom Kaninchen. Hier besteht das *Corpus geniculatum laterale* aus zwei Hauptabtheilungen, in welche beide der *Tractus opticus* einstrahlt. Ausserdem geht derselbe sehr deutlich in das mächtig entwickelte *Stratum zonale* des *Thalamus* über. Was die Faserzüge bedeuten, die medianwärts von der *Corpora geniculata* durch den *Nucleus lateralis* ziehen, ist nicht klar. Doch liegt es wohl am nächsten, an Elemente der *Gudden*'schen Kommissur zu denken.

Ein weiteres Bild über das Ende des *Tractus opticus* im *Thalamus* giebt die Fig. 691, in welcher der Hirnstiel bereits zur *Capsula interna* sich auszieht und namentlich dargestellt ist, wie nahe das *Stratum zonale thalami* dem *Ganglion habenulae* kommt.

Endlich giebt die Fig. 692 noch ein schönes Bild der Ausstrahlung des

Fig. 691.

Fig. 692.

Fig. 691. *Thalamus opticus* eines Kaninchens. Präp. 178a. 5 : 1. *Cf Columnae fornicis*; *Cgld* und *Cglv Corpus geniculatum laterale dorsale* und *ventrale*; *CL Corpus Luysii*; *Cp Commissura posterior*; *FM Fasc. Meynert*; *Fm Fasc. Vicq d'Azyr*; *Ft* Haubenbündel; *Gl Glandula pinealis*; *H* Feld H von *Forel*; *Ncgr Nucleus centralis griseus*; *Nd Nucleus dorsalis*; *Nl Nucleus lateralis*.

Fig. 692. Horizontalschnitt des *Thalamus* und der vorderen Vierhügel des Kaninchens. Nr. 91a. 5 : 1. Buchstaben wie in Fig. 614; ferner: *Gh Ganglion habenulae*; *Km* Kern der Mittellinie; *Nc Nucleus caudatus*; *Nd Nucleus dorsalis* (vorderer ventraler Kern, *Nissl*); *Nl Nucleus lateralis (N. ventralis Nissl)*; *Ppin Pedunculus Conarii*; *RTr Radiatio Tractus optici*; *mh* medialer hinterer Kern, *Nissl*; *pl Pars lateralis Commissurae anterioris*; *po Pars olfactoria Commissurae anterioris*; *pp Pars posterior Commissurae anterioris*; *vh* vorderer ventraler Kern, *Nissl*.

Tractus opticus in die vorderen Vierhügel und auch in das *Corpus geniculatum mediale.*

Bei der Ratte und Maus geht nach *D. S. Ramón* (l. s. c.) der *Tractus opticus* hauptsächlich über in das *Corpus geniculatum laterale,* in dem er eine oberflächliche Lage und mehrfache weisse tiefe Bogenlinien bildet. Dagegen scheint das *Corpus geniculatum mediale* keine Opticusfasern zu erhalten, indem das optische Faserbündel, welches dasselbe bedeckt, zum vorderen Vierhügel geht. Oberhalb des *Corpus geniculatum laterale* gehen Fasern des *Opticus* noch eine Strecke weit auf einen Theil des *Thalamus* über, der wahrscheinlich dem *Pulvinar* entspricht. In die *Habenula* gehen keine Retinafasern. Die hintersten Fasern auf dem *Thalamus* biegen sich rückwärts und dringen in den vorderen Vierhügel ein, indem sie mit dem starken Bündel von Fasern sich vereinen, das oberflächlich über das *Corpus geniculatum mediale* hinstreicht. Alle diese Fasern bilden die tiefe, weisse Lage des vorderen Hügels und streichen theils schief, theils von vorn nach hinten bis gegen das hintere Hügelpaar. Gegen die Mittellinie und die beide Hügel trennende Furche drängen sich diese Fasern zu einem Längsbündel zusammen. Die Fasern des ungekreuzten Bündels des *Opticus* (s. oben) enden im *Corpus geniculatum laterale* und dringen nicht bis zum vorderen Vierhügel.

§ 169.

Thalamus opticus, feinster Bau, Fortsetzung. Endigungen des *Opticus,* Ursprünge und Enden anderer Faserzüge.

Wenden wir uns zur Schilderung des Faserverlaufes im *Thalamus* selbst, so können wir von vornherein ein Reihe Faserungen, die, weil sie besondere begrenzte Abschnitte bilden, schon in früheren §§ beschrieben wurden, wie die *Columnae fornicis* in ihrem Verlaufe im *Thalamus* und der *Regio hypothalamica,* die *Fasciculi thalamo-mammillares et retroflexi,* die *Striae medullares,* die Haubenbündel des *Corpus mammillare,* den *Pedunculus corporis mammillaris,* den *Nucleus hypothalamicus* (*C. Luysii*) ganz bei Seite lassen und uns auf die grossen Hauptfaserzüge beschränken.

Als solche ergeben sich:

1. Der Stabkranz des Sehhügels, 2. die Verbindungen der optischen Endstrahlungen mit dem grossen Gehirn oder die sogenannten *Gratiolet*'schen Sehstrahlungen, welche von allen Autoren zum Stabkranze des Sehhügels gerechnet werden; 3. Die Endigungen des *Tractus opticus* im Sehhügel und im *Corpus geniculatum laterale*; 4. Die Verbindungen des Sehhügels mit dem Linsenkerne; 5. Ausstrahlungen des rothen Kernes und der medialen Schleife in den *Thalamus*; 6. Ausstrahlungen der hinteren Kommissur; 7. Ausstrahlungen der mittleren Kommissur.

Der Stabkranz des Sehhügels, dessen allgemeine Verhältnisse im § 166 bereits geschildert wurden, ist mit Bezug auf das feinste Verhalten seiner Elemente noch von Niemand besprochen worden. Ich habe mir viele Mühe gegeben, die Fasern dieser Strahlungen im Innern des Sehhügels zu verfogen

und kann ich wenigstens über die seitlichen Einstrahlungen bei der Katze und der Maus nach *Golgi*'schen Präparaten Aufschluss geben. Bei beiden diesen Geschöpfen lässt sich nachweisen, dass die Fasern dieses Stabkranzes in ihrem Verlaufe im Innern des lateralen Kernes Theilungen und auch Collateralen darbieten. Die schönsten Verästelungen sah ich an Fasern, die büschelweise aus den oberen Enden des Hirnstieles in den *Thalamus* eintreten und weit in denselben hinein sich verfolgen liessen. Doch vermag ich nicht mit Sicherheit zu behaupten, dass diese Elemente, von denen die Fig. 693 ein ausgezeichnetes Beispiel darstellt, wirklich der *Radiatio thalami* angehören und könnte bei denselben wohl auch an Opticusenden oder Enden der *Gudden*'schen oder *Meynert*-schen Kommissur gedacht werden. An Fasern dagegen, die unzweifelhaft den seitlichen Theilen der *Radiatio thalami* dorsal vom Hirnstiele angehörten, sah ich zwar bei der Maus wohl Theilungen und Collateralen (Fig. 694), dagegen gelang es mir bis jetzt nicht, Endigungen derselben aufzufinden. Die am reichsten verzweigte Faser, die ich hier sah, stellt die Fig. 695 dar. Glücklicher war ich bei einer jungen Katze, bei der neben Theilungen von Stabkranzfasern auch Endigungen solcher in Form eines dichten Filzes um die Nervenzellen herum vorkamen, und ist somit wenigstens die eine Thatsache festgestellt, dass ein Theil der Stabkranzfasern des *Thalamus* von der Rinde des Gehirnes centrifugal zum *Thalamus* zieht und da endet. Die weitere Frage, ob alle Stabkranzfasern des *Thalamus* so sich verhalten und wohin die Axonen der dem *Thalamus* angehörigen, so zahlreichen Zellen sich begeben, wird weiter unten zur Besprechung kommen.

Fig. 693.

In Betreff der Ausstrahlungen des *Tractus opticus* in den *Thalamus*, d. h. in das *Corpus geniculatum laterale* und in den vorderen Vierhügel, lagen bis jetzt bei Säugern nur die Beobachtungen von *Pedro Ramón* vor (1. Gaceta sanitaria de Barcelona III, 1890 No. 1, S. 10. 2. Investig. sobre los centros opticos de los vertebrados, Tesis

Fig. 693. Eine reich verästelte Faser aus dem *Thalamus opticus* einer 6 Tage alten Maus. (A. Nr. 11a.) Starke Vergr. *Golgi*.

del doctorado 1890, 3. El encefalo de los reptiles Barcelona 1891 S. 11—22 und 4. Invest. en el encefalo de los batracios y reptiles, cuerpos geniculados y tuberculos cuadrigéminos de los mamiferos. Zaragoza 1894). Nach *Pedro Ramón* finden sich im *Corpus geniculatum laterale* der neugeborenen oder einige Tage alten Katze und Ratte, sowohl in den oberflächlichen als in den tiefen grauen Lagen, von der oberflächlichen Marklage und den inneren Markblättern ausgehend zahlreiche Fasern, die alle vom *Tractus opticus* abstammen und mit gedrängten Bäumchen enden, von denen die dritte der citirten Abhandlungen auf S. 19 in Fig. 5 von der Katze die einzige bis zu dieser Zeit bekannt gewordene, auch bei *Edinger* copirte Abbildung giebt. Zwischen diesen Opticusbüscheln finden sich grössere und kleinere Zellen von spindelförmiger oder vieleckiger Gestalt.

Fig. 694.

Fig. 695.

Im vorderen Vierhügel gelang es *Pedro Ramón* nicht mit Bestimmtheit Opticusenden zu finden, dagegen machte er die wichtige Beobachtung, dass hier

Fig. 694. Einige Theilungen von Stabkranzfasern des *Thalamus* der Maus. Starke Vergr. *Golgi*.

Fig. 695. Zwei Stabkranzfasern des *Thalamus* der Maus. Starke Vergr. *Golgi*.

grosse Zellen vorkommen, die ihre Axonen in den *Tractus opticus* senden und wahrscheinlich central entspringende und centrifugal zur *Retina* verlaufende Opticusfasern darstellen.

Meine eigenen Beobachtungen über die Endigungen des *Tractus opticus* im Sehhügel von Säugern beziehen sich vor allem auf das Gehirn der Maus (Verh. der Anatom. Gesellsch. in Strassburg, April 1895. S. 16). In diesem sind an *Golgi*-Präparaten bei neugeborenen Thieren im *Corpus geniculatum laterale* und im *Thalamus* selbst die Enden der Fasern des *Opticus* sehr schön zu sehen. Der gröbere Verlauf dieser Fasern ist aus den Figg. 641 und 642

Fig. 696.

die *Weigert*'sche Präparate der erwachsenen Maus darstellen, leicht zu erkennen. Im *Corpus geniculatum laterale* bilden diese Fasern theils eine oberflächliche Markschicht, theils dringen dieselben in das Innere dieses Gebildes ein und zerfällen dasselbe in Unterabtheilungen, die wie bei der Katze (s. oben) in gewissen Gegenden einen dorsalen, medialen und ventralen Abschnitt unterscheiden lassen. Im *Thalamus* selbst, von dem bei diesen Geschöpfen das *Corpus geniculatum laterale* einen Haupttheil darstellt, bilden die Tractusfasern einmal

Fig. 696. Aus dem *Thalamus* einer Maus von 5 Tagen (B). Syst. V. Oc. I. K. T. *Golgi*. Enden der Opticusfasern an der Oberfläche. Inmitten derselben eine multipolare Nervenzelle mit Achsencylinderfortsatz.

ein *Stratum zonale*, dessen Elemente theils sagittal nach vorn, theils schief und quer in der Richtung auf die *Stria medullaris* zulaufen, mit anderen Worten von der hinteren lateralen Seite pinselförmig über die ganze dorsale Fläche ausstrahlen; andere Opticusfasern verlaufen leicht gebogen von der lateralen Seite des *Pes pedunculi* aus ebenfalls gegen die dorsale Fläche.

Die letzten Enden der Opticusfasern finden sich theils im Innern des *Corpus geniculatum laterale*, theils nahe an der dorsalen Oberfläche des *Thalamus* und zeigen bei der Maus überall denselben Charakter. Die Fig. 697 stellt einige Endbäumchen der erstgenannten Opticusfasern dar und die Fig. 696 eine grössere Anzahl aus den oberflächlichen Theilen des *Thalamus* und ergiebt

d'
d
c'
c

Fig. 697.

sich aus denselben, dass bei der Maus diese Enden verwickelter sind, als *Pedro Ramón* dieselben von der Katze dargestellt hat. Einmal lehren diese Bilder, dass die Opticusfasern im Innern des *Thalamus* vor ihrer Endverzweigung eine oft nicht unbedeutende Zahl von Collateralen besitzen, von denen jede mit einigen Verästelungen endet, und zweitens sind auch die letzten Endbäumchen viel verwickelter als bei der Katze. Genauer bezeichnet hat in der Fig. 697 die eine Opticusfaser, deren letztes Ende nicht sichtbar war, in ihrem Verlaufe an der lateralen Seite des *Thalamus* sechs Collateralen, von denen

Fig. 697. Endigungen zweier Opticusfasern im *Corpus geniculatum laterale* einer neugeborenen Maus. Ser. VII. Oc. III. K. T. *Golgi.*

drei gabelförmig sich theilen, die andere Faser zeigt drei Collateralen, die alle Theilungen zeigen und solche Fälle kommen an sehr vielen Fasern zum Vorschein und bilden manchmal solche Collateralen auch reichere Verästelungen. Was die Endbäumchen anlangt, so zeigen die Figg. 696 und 697 Formen derselben, die auch als recht verwickelte anzusehen sind, indem die Nebenäste in ihrem weiteren Verlaufe, wenn derselbe sichtbar gewesen wäre, offenbar auch reiche Verästelungen dargestellt hätten, wie besondere Nebenbäumchen. Was das Verhalten der allerletzten Endfasern dieser Bäumchen betrifft, so sah ich an denselben nur ein feines Auslaufen ohne knopfförmige Endigungen.

Mitten unter diesen Endbäumchen des *Opticus* finden sich bei der Maus allerwärts zweierlei Zellen, einmal kleinere Elemente (Figg. 698, 699) von mehr gedrängter Gestalt und mit kürzeren, knotig erscheinenden, z. Th. reich verästelten Dendriten, deren *Neuraxon* niemals auf grössere Länge sichtbar war, jedoch einzelne kurze Collateralen zeigte. Ausserdem fanden sich auch zwischen den Opticusfasern, jedoch mehr in deren Verlaufe auch grössere Zellen mit langen Dendriten, ähnlich den Strahlenzellen des Kaninchens, an denen in einigen Fällen, wie in Fig. 696 bei *n* lange Neuraxonen sichtbar waren, die den Opticusfasern sich beimengten.

Fig. 698.

Ich glaube nicht zu irren, wenn ich diese Elemente als Ursprungszellen centrifugal verlaufender Opticusfasern deute, die anderen kleineren Elemente dagegen als Zellen der cerebralen Opticusbahn, doch wäre es nicht unmöglich, dass auch die Zelle der Fig. 696 der letzten Kategorie angehörte.

Die Bedeutung der eigenthümlichen Endverzweigung der centripetalen Opticusfasern der Maus anlangend, so ist es wohl verfrüht über dieselbe sich auszusprechen, so lange nicht ein solches Verhalten auch bei anderen Säugern

Fig. 698. Eine Zelle aus der Gegend der Endigungen der Opticusfasern im *Thalamus* der neugeborenen Maus (B. Nr. 7). Syst. VII. Oc. III. K. T. *Golgi*. *n Neuraxon* mit einigen Collateralen; *o* Oberfläche des *Thalamus*.

und vor allem beim Menschen nachgewiesen ist. Bei der Maus bedeutet dasselbe jedenfalls soviel, dass hier eine Opticusfaser auf eine grössere Zahl von Elementen der cerebralen Opticusbahn einzuwirken vermag, als bei den Vögeln der Fall ist.

In einer eben am 28. Mai 1895 erhaltenen Arbeit von *S. Ramón y Cajal* (Apuntos para el Estudio del Bulbo, Cerebelo y Origen de los nervios encefalicos. Madrid 1895, 118 S., 31 Holzschnitte) giebt dieser Autor eine Reihe von neuen Mittheilungen, einmal über den vorderen Vierhügel (IV, S. 26 Fig. 6 u. 7) und zweitens über den *Thalamus* (XII, S. 89—99, Figg. 25 u. 26), die ich ihrer Wichtigkeit halber ausführlich bespreche. In Betreff der vorderen Vierhügel giebt *S. Ramón* vorläufig nur eine Schilderung der Opticusenden und einige Angaben über die oberflächlichen Zellen derselben. An Längsschnitten der vorderen Vierhügel von Kaninchen von 8—10 Tagen war es leicht zu sehen, dass von den Fasern der Opticusschicht Endbüschel in die äussere graue Schicht eintreten, die genau so beschaffen waren, wie im *Lobus opticus* der Vögel. Jedes dieser Endbüschel schliesst an die 20 und mehr Zellen in sich ein und ausserdem dringen in dieselben auch noch Protoplasmafortsätze tiefer gelegener Zellen. Bei Kätzchen von einigen Tagen ergab sich auch, dass die optischen Endbüschel in mehreren Lagen bis zu drei übereinander angeordnet waren, von denen die tiefsten, in der Opticusausbreitung selbst gelegenen, als mehr unregelmässig und weniger verwickelt sich ergaben. Ausserdem giebt *D. Ramón* Abbildungen der verschiedenen Zellenformen des vorderen Vierhügels. Unter den von mir im § 158 beschriebenen kleinen Randzellen fand derselbe auch horizontal gelegene spindelförmige Elemente. In Betreff der tiefer gelegenen Zellen seiner Fig. 7 verweise ich auf meine Fig. 523 S. 335.

Fig. 699.

Aus desselben Autors neuen Mittheilungen über den *Thalamus opticus* der Maus, Ratte und des Kaninchens hebe ich folgendes hervor. Die Fasern des *Tractus opticus* zerfallen in oberflächliche und tiefe. Erstere geben in ihrem Verlaufe einzelne Collateralen ab, die zwischen den weiter einwärts liegenden Zellen sich verästeln und enden mit einer sehr schönen und ausgedehnten Endverästelung von varikösen und in bemerkenswerther Weise wellenförmig gebogenen Fasern. Jede dieser Endverästelungen steht nach *Ramón* in Verbindung mit einer nicht unbedeutenden Zahl von Zellen.

Die Nervenzellen in der Gegend der Opticusausbreitung theilt *Ramón* ebenfalls in eine oberflächliche und in eine tiefe Lage ein. Dieselben sind zum Theil gross und reich verzweigt und senden alle ihre *Neuraxonen* in die centrale Opticusbahn. Das *Stratum zonale* des *Thalamus* besitzt im Wesentlichen denselben Bau, wie das *Corpus geniculatum laterale*; seine Fasern besitzen zahlreiche Collateralen und enden wie dort um Zellen herum, die cerebrale Opticusfasern entsenden.

Von den Kernen des *Thalamus* bemerkt *Ramón*, dass dieselben alle zahlreiche multipolare Zellen enthalten, deren nervöse Fortsätze gegen den Hirnschenkelfuss verlaufen und in demselben aufsteigend weiter ziehen. Diese centralen Bahnen werden dann genauer weiter geschieden a) in eine optische Bahn, die aus zwei Abtheilungen bestehe 1. einer oberflächlichen, die von den oberflächlichen Theilen des *Corpus geniculatum laterale* und vom *Stratum zonale* herkomme und in ihrem Verlaufe der Aus-

Fig. 699. Eine ebensolche Zelle wie vorhin (B. Nr. 6). Vergrösserung dieselbe. *Golgi. n Neuraxon.*

breitung des *Tractus opticus* sich anschliesse (Fig. 25a), um später in ein besonderes dreieckiges Bündel einzutreten, das lateral und dorsal vom *Pes pedunculi* seine Lage habe und die centrale Opticusbahn heissen könne (Fig. 25 *B*) und 2. aus einer viel bedeutenderen tiefen Bahn, die von den tiefen Zellen des *Corpus geniculatum laterale* und des *Thalamus* entspringe. Diese Bahn bilde Bogenzüge mit medialer Konvexität und schliesse sich von der medialen Seite an die centrale Opticusbahn an (Fig. 25 *b*).

Was das Verhalten der centralen optischen Fasern bei ihrem Eintritte in das centrale Bündel betrifft, so meldet *Ramón*, dass in manchen Fällen die betreffenden Fasern sich einfach centralwärts umbiegen, in anderen gabelförmig sich theilen und mit dem einen Schenkel hirnwärts, mit dem andern abwärts gegen die Haube verlaufen. Wo diese Fasern enden, war unmöglich zu verfolgen, doch hält *Ramón* die Hypothese für gestattet, dass dieselben einer Reflexbahn angehören, die die *Retina* mit den Bewegungscentren des Auges oder des Kopfes oder des Halses verbinde.

b) Die zweite centrale Bahn des *Thalamus* ist nach *Ramón* sehr mächtig und führt zu einer Gruppe von besonderen Faserbündeln dorsalwärts von der Pyramidenbahn (Fig. 25 *D*). Die Zuflüsse zu dieser Bahn, die wahrscheinlich keine Beziehungen zum Gesichtssinne hat, sind mehrfache. Das Hauptbündel beginnt ventralwärts und vor dem *Ganglion habenulae* und zieht als starker Zug mit lateraler Konkavität, anfangs parallel der Medianebene zwischen dem *Fasciculus Vicq d'Azyr* und der *Columna fornicis* ventral- und lateralwärts herab (Fig. 25 *d*) und endet bei *D* Fig. 25. Dazu kommen laterale Fasern *(c)* aus dem inneren und äusseren Kerne.

Die *Lamina medullaris medialis* lässt *Ramón* von Zellen in der Nähe derselben und vor allem aus solchen der centralen grauen Substanz entspringen und zuletzt auf dem vordersten und dorsalsten Theile des *Thalamus* verlaufend in die *Corona radiata* und das *Corpus striatum* eingehen.

Das oben erwähnte Bündel der cerebralen Opticusfasern lässt sich nach *Ramón* bei der neugeborenen Maus in seinem ganzen Verlaufe durch das *Corpus striatum* bis zum Occipitallappen verfolgen, d. h. bis zu den Windungen, in denen der weisse Streifen von *Gennari* entwickelt ist.

Dem Gesagten zufolge könnte es scheinen, als ob *Ramón* im *Thalamus* nur Ursprünge von Zellen desselben und ausser den Opticusenden keine anderen Endigungen von Nervenfasern annimmt. Es ist jedoch zu bemerken, dass er, wie im § 165 bereits mitgetheilt wurde, wie ich Faserenden des *Fasciculus thalamo-mammillaris* im dorsalen Kerne beschreibt und ausserdem auch im äusseren Kerne freie Verästelungen wahrgenommen hat, die sich durch die Stärke ihrer Stammfasern und durch kleine Anhänge auszeichneten, die an diejenigen der Moosfasern des *Cerebellum* erinnerten. Diese Fasern scheinen aus dem ventralen Theile des *Thalamus* zu stammen, vielleicht aus dem Hirnstiele.

Zu diesen neuesten Mittheilungen von *Ramón* erlaube ich mir folgende Bemerkungen:

1. Was die Enden der Opticusfasern im *Thalamus* betrifft, so giebt *Ramón* leider keine Abbildung des von ihm Gesehenen, doch scheint mir aus seiner Schilderung hervorzugehen, dass er wesentlich dasselbe beobachtet hat, was ich in meinen Figuren 696 und 697 dargestellt habe, wofür auch seine Angabe spricht, dass jede Endverästelung auf eine grössere Zahl von Zellen einwirke.

2. Kann ich nicht finden, dass *Ramón* den Ursprung seiner tiefen centralen Bahn aus Zellen hinreichend begründet hat, denn seine Abbildung lässt die Herkunft der übergrossen Mehrzahl dieser Fasern gänzlich im Dunkeln.

3. Dasselbe gilt mit Bezug auf die *Lamina medullaris medialis* und die Herkunft ihrer Fasern.

4. Ist die Zahl der freien Verästelungen, von denen *Ramón* keine zeichnet und nur im äusseren Kerne einige beschreibt, in allen Theilen des *Thalamus* eine so ungemein grosse, dass nicht daran zu denken ist, dieselben alle auf Opticusenden zu beziehen. Ich bin daher der Meinung, dass das letzte Wort mit Bezug auf die im *Thalamus* endenden und entspringenden Fasern noch nicht gesprochen ist.

5. Ist mir auffallend, dass *Ramón* die Neuraxonen aller Zellen, die in der Ausbreitung des *Opticus* liegen, auf centripetale Opticusfasern bezieht. Hat er doch selbst centrifugale Opticusfasern bei Säugern entdeckt und bei Vögeln im *Lobus opticus* solche zu finden geglaubt!

6. Was den vorderen Vierhügel anlangt, so stimmen die Angaben von *D. Ramón* über das Verhalten der Opticusenden nicht ganz mit dem überein, was ich S. 426 und Fig. 582 und 583 über dieselben mitgetheilt, obschon die beiderlei Beobachtungen zum Theil auf die Maus sich beziehen. Dieser Widerspruch löst sich aber leicht, wenn man erfährt, dass *Ramón's* Angaben auf Sagittal-, die meinen auf Frontalschnitte sich beziehen. Ich habe in neuester Zeit auch Sagittalschnitte des Gehirnes der neugeborenen Maus untersucht und finde alles so, wie *Ramón* es schildert, und bemerke zugleich, dass es bei Säugern wohl kaum ein schöneres Objekt zur Demonstration von Opticusendbüscheln giebt, als den vorderen Vierhügel der Maus.

Die Frage nach den primären Opticuscentren ist noch immer nicht gelöst und will ich hier nur anführen, dass, während die grosse Mehrzahl der Autoren darüber einig ist, dass der vordere Vierhügel und das *Corpus geniculatum laterale* zu denselben gehören und viele auch Theile des eigentlichen Sehhügels, wie das *Pulvinar* und das *Stratum zonale* dazu rechnen, *Darkschewitsch* einen ganz abweichenden Standpunkt einnimmt, indem nach ihm beim Kaninchen und Hunde nur der vordere Vierhügel ein primäres optisches Centrum ist (Archiv von *His* und *Braune* 1886 S. 249 Taf. XII). Diese Auffassung ist jedoch sicher nicht stichhaltig und zeigen viele meiner Figuren (641, 662, 663, 664, 671, 672, 673, 683, 686) mit aller nur wünschbaren Bestimmtheit, dass wenigstens beim Kaninchen, der Maus und der Katze das *Corpus geniculatum laterale* und auch der *Thalamus* zu den optischen Centren gehören. Und zwar lässt sich dies schon an *Weigert'*schen Präparaten erkennen, noch bestimmter aber an solchen, die nach der *Golgi'*schen Methode angefertigt wurden. Zuzugeben ist übrigens, dass von den Vögeln abwärts das Mittelhirn allein die Rolle eines optischen Centrums spielt, und dass auch bei den niederen Säugern den vorderen Vierhügeln in dieser Beziehung eine grössere Rolle zukommt, als bei den höheren, wie auch *Edinger* betont.

Nach Schilderung der Enden des *Opticus* im *Thalamus* und im *Corpus geniculatum laterale* wende ich mich nun zur Besprechung des Gesammtfaserverlaufes im *Thalamus*. Die erste und Hauptfrage ist die, welche von den vielen Faserzügen, die in den *Thalamus* eingehen, endigen in demselben und welche stehen mit seinen Zellen in Verbindung? Ferner ist auch die Frage zu erwägen, ob gewisse Züge einfach den *Thalamus* durchsetzen und anderswo entspringen und enden.

A. Faserzüge, die einfach den *Thalamus* durchsetzen, sind:

1. Die *Columnae fornicis*, die vom Ammonshorne abstammend im *Corpus mammillare* und in der Haube des Mittelhirns enden.

2. Das Haubenbündel des Linsenkernes, welches aus dem rothen Kerne und dem Bindearme durch das Feld H^2 von *Forel* in den Linsenkern zieht.

B. Faserzüge, die von Zellen des *Thalamus* entspringen. Hierher gehören:

1. Die Fasern, die von grossen Zellen des *Thalamus* abstammend, ihre Axonen dem *Tractus opticus* anschliessen. Diese Fasern, die als centrifugale Tractusfasern bezeichnet werden können, wurden von *Ramón, v. Gehuchten* und *mir* im *Lobus opticus* der Vögel gefunden (s. § 157 u. Fig. 579) und von mir auch bei Säugethieren beobachtet (Figg. 676, 677). Ihre Deutung ist zweifelhaft. *Ramón* bezieht dieselben bei den Vögeln vermuthungsweise auf die von ihm in der Netzhaut entdeckten freien Opticusenden, während ich darauf aufmerksam machte, dass dieselben auch Fasern der *Gudden'*schen Kommissur sein könnten.

2. Die Fasern des *Fasciculus Meynert*, die wie *v. Gehuchten* bei Fischen, *Ramón* und *ich* bei Säugern gefunden haben, von den Zellen

des *Ganglion habenulae*, vor allem von denen des medialen Kernes desselben ihren Ursprung nehmen und im *Ganglion interpedunculare* gekreuzt ausgehen.

3. Die Fasern der cerebralen Sehstrahlung. Aus dem *Corpus geniculatum laterale*, den hinteren Abschnitten des *Thalamus* und aus den vorderen Vierhügeln entspringen die sog. *Gratiolet*'schen Sehstrahlungen oder die cerebrale Opticusbahn, die, wie beim grossen Gehirn genauer zu schildern sein wird, in gewissen Theilen des *Lobus occipitalis* endet. Da die Opticusfasern mit freien Enden in den genannten primären Centralorganen des Gesichtssinnes auslaufen, so unterliegt es nicht dem geringsten Zweifel, dass die genannten sekundären Bahnen von den Zellen dieser optischen Endkerne entspringen und mit ihren Axonen in der grauen Rinde der genannten Hirnwindungen enden. Als Zellen von solchen optischen Endkernen 1. Ordnung wären daher anzusehen die Zelle Fig. 678 aus dem *Pulvinar* des Menschen, die Zellen der Figg. 698 und 699 aus der Endausbreitung des *Opticus* der Maus, die Buschzellen der Fig. 675 aus dem *Corpus geniculatum laterale* des Kaninchens, mit einem Worte alle Zellen ohne Ausnahme, die in den Endausbreitungen des *Opticus* in den oben genannten optischen Centralorganen oder Endkernen 1. Ordnung liegen. Mit diesem Ausspruche soll jedoch nicht gesagt sein, dass die Axonen aller dieser Elemente direkt zu den cerebralen optischen Centren verlaufen, vielmehr ist es leicht möglich, dass dies bei einem Theile dieser Fasern nur auf Umwegen, d. h. mit Einschaltung anderer Bahnen (s. das Schema von *v. Monakow*) geschieht. Eine solche Einschaltung, bei der man an *Golgi*'sche Zellen des II. Typus denken könnte, scheint mir übrigens kein nothwendiges Postulat zu sein, um so mehr, als solche *Golgi*'sche Zellen noch nicht mit hinlänglicher Bestimmtheit in den Vierhügeln nachgewiesen sind und glaube ich, dass Reflexe von Sehfasern auf Nerven von Augenmuskeln in einer einfacheren und direkteren Weise durch die Annahme sich erklären lassen, dass Collateralen von Opticusendfasern im vorderen Vierhügel auf die grossen Zellen oder deren Dendriten einwirken, von denen, wie ich gezeigt habe, die Bogenfasern entspringen, die auf die Kerne des III. und IV. Nerven zu verlaufen und in denselben enden (s. S. 427).

4. Fasern der *Commissura mollis s. media.* Diese Kommissur besteht beim Menschen aus grauer Substanz und zahlreichen feinen, quer verlaufenden Fasern. Die letzteren liegen an der gesammten Oberfläche der Kommissur und bilden an der dorsalen Seite und vorn und hinten eine dickere Lage von 0,15—0,25 mm, als an der ventralen Fläche. Ausserdem fehlen dieselben auch im Innern nicht und ziehen reichlicher oder spärlicher zwischen den zelligen Elementen durch. Diese sind klein, von 15—20—25 μ Durchmesser, und nehmen vor allem oft gedrängt die inneren Theile ein, finden sich aber auch in den oberflächlichen Lagen, wenn auch spärlicher. Die *Commissura mollis,* an der diese Beobachtungen gemacht wurden, gehörte einem jungen Individuum an und mass 4,84 mm in sagittaler und 2,85 mm in dorsoventraler Richtung.

In Betreff des Ursprunges der Fasern der *Commissura media* ergaben meine Präparate vom Menschen, *Weigert*'sche Sagittalschnitte, nichts. Dagegen glaube ich aus dem, was die mittleren in grosser Ausdehnung verwachsenen Theile der Sehhügel des Kaninchens und der Maus an *Golgi*-Präparaten lehren, annehmen zu dürfen, dass die Fasern dieser Kommissur auf der einen Seite im Sehhügel von dessen Zellen entspringen und auf der anderen Seite enden, indem

nicht selten Zellen zur Beobachtung kommen, die ihren nervösen Fortsatz auf die andere Seite senden.

C. Faserzüge, die im *Thalamus* enden.

1. In erster Linie rechne ich hierher die grosse Mehrzahl der Fasern des sogenannten Stabkranzes des Sehhügels, von denen ich an ihrem lateralen Abschnitte ihre Endigungen im *Thalamus* mit freien Ausläufern direkt nachgewiesen habe. Höchst wahrscheinlich gehören neben diesen vom Parietallappen des *Cerebrum* stammenden Fasern, auch diejenigen des Frontallappens im *Stilus anterior thalami* und diejenigen des Unterlappens zu derselben Kategorie, dagegen sind dem früher Bemerkten zufolge die Fasern, die zum Occipitallappen gehen, auszunehmen, indem dieselben die Bedeutung einer cerebralen Opticusbahn haben und im *Thalamus* entspringen.

Fig. 700.

Bei Verletzungen der Rinde der Hemisphären degeneriren die Stabkranzfasern des Sehhügels absteigend (*v. Bechterew* S. 161), wobei manchmal auch Atrophie von Theilen des *Thalamus* gefunden wird, ein vollgültiger Beweis für meine Annahme, dass diese Fasern, mit Ausnahme gewisser oben bezeichneter Bündel, in der Hirnrinde entspringen und im *Thalamus* enden (s. auch *Flechsig*, Plan des menschlichen Gehirns 1883 S. 40).

Ferner glaube ich die sogenanten Linsenkernschlinge zu den Fasern zählen zu dürfen, die im *Thalamus* enden (s. Figg. 700, 701). Zwar gehen in Betreff dessen, was man Linsenkernschlinge zu nennen habe, und ihrer Endigung die Ansichten weit auseinander, wenn ich jedoch nach meinen Präparaten urtheilen darf, so entspringt dieses Faserbündel im Linsenkerne oder kommt, genauer bezeichnet, aus demselben heraus, wobei es unentschieden bleibt, wie viele Fasern

Fig. 700. Die *Regio hypothalamica* der Fig. 592. 3 : 1 vergrössert. *Nap* wie in Fig. 598; *Pp* letzter Rest des Hirnstieles. Für die anderen Bezeichnungen siehe S. 428.

desselben aus der grauen Substanz dieses Kernes, wie viele aus den Marklamellen desselben und somit möglicher Weise aus der inneren Kapsel resp. dem *Nucleus caudatus* oder aus den Hemisphären abstammen. Zwischen den *Columnae fornicis* und dem Reste des *Pedunculus cerebri* biegt sich dann die Linsenkernschlinge aufwärts in den Sehhügel und geht mit dem *Stilus inferior* in die dorsalen Theile desselben ein, um sich da zu verlieren. Eine Umbiegung dieser Bahn spinalwärts habe ich nie wahrgenommen.

Die von *Meynert* zuerst erwähnte Linsenkernschlinge (*Stricker* Bd. II S. 734) wird in seiner Fig. 245 so dargestellt, wie ich dieselbe fand, ohne dass man viel über Ursprung und Ende derselben erfährt. *Wernicke* vertheidigt die Auffassung, dass die

Fig. 701.

Ansa lenticularis mit dem *Fasciculus longitudinalis dorsalis* zusammenhänge (Lehrbu c Gehirnkrankh. Bd. I, S. 61), während nach *v. Bechterew* und *Flechsig* eine solche Verbindung nicht vorhanden ist. *Flechsig* fasst ausser dem bereits von Früheren darunter begriffenen scharf abgegrenzten Faserzuge unter dem Namen Linsenkernschlinge sämmtliche sich frühzeitig mit Mark umhüllende Fasern zusammen, welche aus der Hirnschenkelhaube quer durch die innere Kapsel zum Linsenkerne ziehen. So aufgefasst enthält die *Ansa lenticularis* zweierlei Fasern, einmal aus der Schleife und zweitens aus dem rothen Kerne (Plan des Gehirnes S. 31—32). *v. Bechterew* lässt

Fig. 701. Frontalschnitt des *Corpus Luysii* eines menschl. Embryo von 8 Monaten. Ger. Vergr. Syst. I. Oc. I. K. T. Nr. 290a. *Leitz*. *Al Ansa lenticularis*; *Ch Corpus Luysii*; *Ci Capsula interna*; Glp^1 Glp^2 erstes und zweites Glied des *Globus pallidus*; *PP Pes pedunculi*.

die *Ansa lenticularis* wenigstens zum Theil durch seine centrale Haubenbahn (S. 321) bis zur grossen Olive sich fortsetzen. Nach *Edinger* (4. Aufl. S. 93) enthält die Linsenkernschlinge wesentlich Fasern aus dem *Putamen* und führt dieselben in den *Thalamus*, die Vierhügel und die *Substantia nigra*. Der ganze Zug soll bei allen Wirbelthieren vorkommen und wird von ihm basales Vorderhirnbündel genannt (l. c. Fig. 63). *Brissaud* bildet die Linsenkernschlinge ab als einen Zug, der vom Linsenkerne bogenförmig an den Hirnstiel trete und an der medialen Seite desselben bis zur Brücke verlaufe (l. c. Schema 174). *Dejerine* zeichnet in seinen Figg. 245 und 246 die *Ansa lenticularis* ungefähr, wie *Meynert* und *ich*, doch erfährt man über ihr weiteres Verhalten nicht viel genaues.

2. Gehören hierher die Fasern des *Fasciculus thalamo-mammillaris*, von denen *Ramón* und ich nachgewiesen haben, dass dieselben im *Nucleus dorsalis thalami* mit freien Endigungen auslaufen, welche Thatsache die Annahme unabweisbar macht, dass dieselben von den Zellen des medialen Ganglion des *Corpus mammillare* entspringen.

3. In dieselbe Kategorie werden auch die Elemente der *Stria medullaris thalami* zu zählen sein, die im *Ganglion habenulae* enden (s. oben). Wo dieselben herkommen, ist freilich noch in hohem Grade zweifelhaft und wird vorläufig nur einmal ein Ursprung derselben aus dem Ammonshorne und zweitens ein solcher aus den Ganglienmassen über dem *Chiasma* des *Opticus* als einigermassen gesichert betrachtet werden können.

4. Dürfen wohl unzweifelhaft auch die Haubenbündel des *Thalamus* oder das Feld H^1 von *Forel* als Faserzüge angesehen werden, die mit einem Theile ihrer Fasern im *Thalamus* enden, ob mit allen oder der Mehrzahl steht freilich dahin. Nach *v. Monakow* gehört der Haupttheil der Haubenstrahlung zur Fasermasse des rothen Kernes und geht etwa zur Hälfte in die innere Kapsel ein.

5. Dasselbe gilt auch von den Fasern der hinteren Kommissur, in denen ich meinen Erfahrungen zufolge eine Kommissur der beiden *Thalami* sehe (s. Fig. 660). Doch möchte ich eine andere Auffassung nicht ohne Weiteres abweisen, die nämlich, dass ein Theil dieser Kommissurenfasern von der Rinde stammt und durch die innere Kapsel mit Stabkranzfasern des Sehhügels verläuft.

6. Der Antheil der medialen Schleife am *Thalamus* ist schwer zu bestimmen, *v. Monakow*, dem wir in dieser Beziehung wohl die zahlreichsten Untersuchungen verdanken, hat in seiner neuesten Arbeit den von ihm aufgestellten Begriff „Rindenschleife“ in soweit umgeändert, dass er nun der Meinung ist, dass unmittelbar von den Kernen der Hinterstränge in das Grosshirn verlaufende Nervenbäumchen sich zwar nicht ganz ausschliessen lassen, dass aber die grosse Mehrzahl dieser Neurodendren im ventralen Theile des *Thalamus* ihr Ende finde und dass von hier aus neue sekundäre (eigentlich tertiäre) Bahnen zur Rinde dringen. Diesem zufolge würden im Sehhügel die grosse Mehrzahl der bis zu dieser Stelle reichenden Schleifenfasern enden. Bemerken will ich hier noch, dass ich mit der Grundanschauung von *v. Monakow*, dass in der Schleife viele Fasermassen verlaufen, die nicht in den Kernen der Hinterstränge entspringen, vollkommen einverstanden bin, und diesen Satz auch in der ersten Hälfte dieses Werkes vertheidigt habe. Abgesehen von den sekundären Bahnen des *Acusticus*, die die obere Schleife bilden, die ja auch *v. Monakow*

annimmt, bin ich der Meinung, dass in den Endkernen aller sensiblen Kopfnerven sekundäre Bahnen entspringen, die anatomisch der medialen Schleife sich anschliessen und wie diese die bewussten Empfindungen vermitteln, die von diesen Nerven (*Vagus*, *Glossopharyngeus*, *Portio intermedia Wrisbergii*, *Trigeminus*) veranlasst werden. Diese Bahnen würden nun nach *v. Monakow* auch im Sehhügel enden und erst durch tertiäre Neurodendren auf die Rinde einwirken.

Nehmen wir nun alles bisher besprochene zusammen, so erscheint es sicherlich auffallend, dass gegenüber der grossen Zahl von zuleitenden Bahnen, die im Sehhügel enden, relativ nur eine geringere Zahl ableitender solcher sich nachweisen liess, und zwar nur eine, nämlich die cerebrale Opticusbahn, die eine allerdings grosse Bedeutung beansprucht, während die im *Ganglion habenulae* entspringenden Fasern und die centrifugale *Tractus opticus*bahn doch nur eine untergeordnete Rolle spielen. Wie stimmt dies zu der übergrossen Menge von Nervenzellen, die der Sehhügel enthält und zu der Annahme von *Bechterew*, dass die *Thalami* wesentlich motorische Ganglien seien (S. 59, 161)? Nach diesem Autor beherrschen die *Thalami* hauptsächlich die unwillkürlichen Bewegungen, sowohl der inneren Organe, wie Herz, Magen, Darmkanal, Harnblase u. s. w., als auch des äusseren Bewegungsapparates, d. h. der Muskeln, sowie endlich jene unwillkürlichen Bewegungen, die als Ausdruck unserer Empfindungen und Affekte auftreten. Ausserdem repräsentiren nach *Bechterew* die *Thalami* Centren, durch deren Vermittlung die die Haut und andere Sinnesorgane treffenden Reize komplizirte Reflexbewegungen in den verschiedenen Körpertheilen auslösen. Auf der andern Seite betont *Edinger* (S. 96), „dass der *Thalamus* im Verhältnisse zu seiner ungeheueren Masse nur sehr wenig Fasern abwärts entsende“.

Vor *Bechterew* hat schon *Meynert* die *Thalami optici* als Centren bezeichnet, welche reflektorisch komplizirte Bewegungen einzuleiten im Stande sind und auch *Flechsig* ist geneigt, sich dieser Auffassung anzuschliessen (Leitungsbahnen S. 365). In seiner so bemerkenswerthen Rektoratsrede vom Jahre 1894, Gehirn und Seele betitelt, spricht sich derselbe Gelehrte noch bestimmter für centrifugal wirkende Leistungen der *Thalami* aus. Da heisst es auf S. 13: „Nachdem die Sinnesleitungen des Kindes bis zu den Organen der Hirnrinde fertig gestellt sind, beginnen von da aus neue Bahnen sich in umgekehrter Richtung zu entwickeln. Die einen dringen gegen die niederen Hirnregionen, zum grössten Theile durch den *Thalamus opticus*, vor.“ *Meynert* und *Bechterew* haben es nun allerdings unterlassen, die Bahnen zu bezeichnen, durch welche der Sehhügel motorische Effekte veranlasse und auch *Flechsig* hat sich nicht weiter geäussert, als dass er andeutet, dass die *Thalami* bei ihrer Einwirkung auf die Muskulatur sich der *Formatio reticularis* als Mittelglied bedienen. Somit stehen wir mit Bezug auf diese Wirkungen der *Thalami* vorläufig vor einem Räthsel. Ueberlegt man alle bekannten Thatsachen genauer, so ergeben sich folgende Möglichkeiten zur Erklärung einer centrifugalen Leitung aus dem *Thalamus* auf tiefer liegende Hirntheile oder mit anderen Worten einer Wirkung derselben auf motorische Bahnen.

Einmal könnten solche Leitungen durch den rothen Kern gehen, wenn man annehmen dürfte, dass im *Thalamus* entspringende Fasern im rothen Kern

enden und auf diejenigen Zellen desselben wirkten, die, wie wir oben sahen, centrifugal in das Cerebellum eingehen.

Zweitens halte ich es für möglich, dass Fasern aus dem Sehhügel in den Hirnstiel und in die innere Kapsel eintreten und in denselben centrifugal abwärts verlaufen. Schon bei Schilderung des *Corpus Luysii* wurde erwähnt, dass aus den medialen Theilen des *Crus cerebri* Fasern hervorgehen und dorsalwärts gegen das *Corpus Luysii* und das Feld H^2 von *Forel* verlaufen, die nicht auf die Fasern der *Meynert*'schen Kommissur bezogen werden können. Solche Fasern könnten wohl aus dem Sehhügel abstammen und, in den Hirnstiel übergetreten, bis in die Brücke oder noch weiter abwärts ziehen und vasomotorische Gebiete beeinflussen und unwillkürliche Einwirkungen auf willkürlich motorische Bahnen bedingen. Ferner ist bei dem sehr komplizirten Faserverlaufe in der Gegend der *Lamina medullaris lateralis* des *Thalamus* und der sogenannten Gitterschicht wohl auch als möglich zu erachten, dass der sog. Stabkranz des *Thalamus* neben Fasern, die aus der Hirnrinde stammen, auch andere Elemente enthält, die im *Thalamus* entspringen und in die innere Kapsel eingetreten im Hirnstiel peripherisch weiter ziehen.

In *v. Monakow*'s neuester, oben angeführter Arbeit sind Ansichten und Behauptungen aufgestellt, die in vollem Gegensatze zu den Annahmen von *Meynert*, *Flechsig* und *Bechterew*, aber auch zu denen stehen, die ich vertheidigen zu müssen glaubte. *v. Monakow* nimmt nämlich an, dass der ganze Stabkranz des Sehhügels aus Elementen bestehe, die im Sehhügel entspringen und in der Hirnrinde enden (s. sein Schema auf S. 177). Ein solches Verhalten würde, wenn es nachgewiesen wäre, die ganze Sachlage ändern und die physiologische Auffassung der oben genannten Autoren ganz unmöglich machen. Von einer Wirkung des *Thalamus* auf tieferliegende namentlich motorische Elemente könnte dann jedenfalls keine Rede sein, auf der andern Seite würde aber auch die physiologische Bedeutung des *Thalamus* um kein Jota klarer und hat es auch *v. Monakow* in kluger Zurückhaltung unterlassen, nach dieser Seite irgend wie sich zu äussern. Denn sein Nachweis, dass gewisse Gegenden des *Thalamus* (sagen wir nicht Kerne), mit gewissen Hirnwindungen der Oberfläche in näherer Beziehung stehen, durch welchen Versuch er sich in der That ein grosses Verdienst erworben hat, giebt nicht die geringste Andeutung über die physiologische Bedeutung dieser Beziehungen. Das erste und wichtigste in solchen schwierigen Fragen ist und bleibt die thatsächliche anatomische Grundlage und diese spricht, wie ich oben darlegte, entschieden in dem Sinne, dass sicherlich viele Elemente der *Radiatio thalami*, von der ich selbstverständlich die centrale Opticusstrahlung ausnehme, in der Rinde des Grosshirns entspringen und im *Thalamus* enden.

Ein Verständniss dieser Thatsache würde erst dann als angebahnt erscheinen, wenn die von mir aufgestellte Vermuthung oder Möglichkeit sich bewahrheitete, dass im Sehhügel Fasern entspringen, die absteigend in den Hirnstiel übergehen.

Fasse ich zum Schlusse das über den Faserverlauf im Sehhügel zu Sagende übersichtlich zusammen, so ergeben sich folgende Sätze:

1. Im *Thalamus* und im *Corpus geniculatum laterale* endet eine grosse Zahl von Opticusfasern frei.

2. In demselben entspringt von den Zellen der Gegend der Opticusenden die centrale Bahn des Sehnerven, die sogenannte centrale Sehstrahlung.

3. Im *Thalamus* der Säuger entspringen von grossen Zellen Fasern, die dem *Tractus* sich anschliessen und entweder eine centrifugale Opticusbahn darstellen oder dem *Gudden*'schen Bündel angehören.

4. Im dorsalen Kerne des *Thalamus* endet der *Fasciculus thalamo-mammillaris*, der im *Corpus mammillare* entspringt.

5. Im *Ganglion habenulae* entspringt der *Fasciculus retroflexus*.

6. Die *Stria medullaris* endet im *Ganglion habenulae* und entspringen ihre Elemente theils im Ammonshorne, theils in einer Zellenmasse dorsal vom *Chiasma* des *Opticus* (dem basalen *Opticusganglion*).

7. Im *Thalamus* endet die *Ansa lenticularis*, die wahrscheinlich aus dem Linsenkerne stammt. (?)

8. Im *Thalamus* enden Fasern, die aus dem Bindearme stammend den rothen Kern durchlaufen oder von einem Theile der Zellen des rothen Kernes entspringen. Ferner beginnen im *Thalamus* Fasern, die im rothen Kerne enden. (?)

9. Ebenso endet in demselben ein Haupttheil der medialen Schleife und beginnt von Zellen seines ventralen Abschnittes die Rindenschleife (*v. Monakow*).

10. Wahrscheinlich entspringen von den Zellen des *Thalamus* Fasern, die im *Pedunculus cerebri* centrifugal verlaufen.

§ 170.

Basale Opticusganglien, Tuber cinereum, Hypophysis, Tractus peduncularis transversus.

A. Basale Opticusganglien, *Tuber cinereum*.

Nach *Meynert* (S. 731) findet sich an der seitlichen Grenze des *Tuber cinereum* das paarige basale Opticusganglion, ein 1,5 mm breites Ganglion mit 30 μ langen, 15 μ breiten Spindelzellen. Dasselbe beginnt über dem *Chiasma* und reicht in einer Länge von mehr als einem Centimeter unmittelbar über dem *Tractus* bis zur hinteren Grenze des *Tuber cinereum*. Mit *Luys* rechnet *Meynert* dieses Ganglion zur Substanz des grauen Höckers, weil es mit demselben in der grauen Endplatte über die Fläche der *Lamina perforata anterior* herabhängt und weiter nach rückwärts als letztere reicht. Allerdings aber folgt es, wie der *Tractus* selbst, deren inneren Grenze. In sagittalen Schnitten (Fig. 247 *II'*) besitzt das Ganglion eine sichelförmige, nach vorn konvexe Gestalt (wovon jedoch diese Figur nichts zeigt). Nach *Luys* berühren sich die beiden Ganglien, was nach *Meynert* nicht der Fall ist. Von neueren haben sich nur *Ganser* und *v. Lenhossék* einlässlicher über das *Ganglion opticum basale* geäussert.

Nach *Ganser* (S. 687, Fig. 13 *g o b*) erstreckt sich dieses Ganglion beim Maulwurfe fast durch das ganze *Tuber cinereum* bis in die *Substantia cinerea anterior*, liegt ganz oberflächlich und ist nicht so gut umgrenzt, wie beim Kaninchen. In einer fein geschnittenen Frontalserie liess sich dasselbe durch 36 Präparate verfolgen. Die Zahl der Zellen sei zwar in einzelnen Schnitten nicht

sehr gross, immerhin habe dasselbe eine Entwicklung, welche mit dem verkümmerten Gesichtssinne auffallend kontrastire, doch war es unmöglich eine Faserverbindung dieses Ganglion nachzuweisen.

v. Lenhossék (Anat. Anz. 1887, S. 455, Fig. 2) untersuchte das *Ganglion opticum basale* des Menschen und spricht sich in erster Linie dahin aus, dass sich bestimmt nirgends Fasern aus demselben zu dem *Tractus opticus* verfolgen lassen. Ferner findet v. Lenhossék, dass das Ganglion an Sagittalschnitten und besonders an solchen aus dem lateralen Theile des *Tuber* deutlich drei hinter einander folgende, scharf abgegrenzte Kerne erkennen lasse, welche durch nervenfaserhaltige *Septa* von einander getrennt seien. Das vorderste Ganglion, *Nucleus supra-opticus*, ist am kleinsten, oval, etwas weniger als 1 mm gross und schief über dem vorderen Rande des *Tractus opticus* gelegen.

Fig. 702.

Die beiden anderen Ganglien liegen hinter dem *Chiasma* im *Tuber cinereum* und messen das vordere, *Nucleus anterior*, 2,2 mm, das hintere, *Nucleus postero-lateralis*, 1 mm in der Länge, letzteres aber nur 0,5 mm in der Breite. Alle drei Kerne werden von kleinen spindelförmigen multipolaren Nervenzellen und *Neuroglia* gebildet, zeigen im Innern keine Nervenfasern, dagegen wenigstens die beiden Kerne des *Tuber* eine Markkapsel.

Die Fig. 2 von v. Lenhossék zeigt am *Tuber* eine oberflächliche Lage von Längsfasern, die *Stria alba tuberis v. L.*, welches von Gudden beim Menschen und Kaninchen zuerst gesehene Längsbündel (Arch. f. Psych. Bd. XI S. 438) durch v. Lenhossék

Fig. 702. Querschnitt durch die Gegend des *Tuber cinereum* des Menschen. Nr. 96a. 3 : 1. *Weigert.* F^2 Feld H^2 von *Forel*; *Fthm Fasciculus thalamo-mammillaris*; unterhalb der nicht bezeichneten *Columna fornicis* drei *Ganglia optica basalia Gob*, Gob^1, Gob^2 mit zwischen denselben gelegenen ventro-dorsalen Faserzügen *vd*; *Pp Pes pedunculi*; *Tro Tractus opticus*; *X* zungenförmiger Fortsatz des Feldes H^2 von *Forel*.

genauer verfolgt wurde (s. l. c. S. 451 Fig. 1). Derselbe fand diesen Streifen in 30 Gehirnen 9 mal stets auf der l i n k e n Seite. Derselbe ist 1 mm breit, zieht von der hinteren Fläche des *Corpus mammillare* lateralwärts oberflächlich im *Tuber cinerum* nach vorn und verliert sich unter dem *Tractus opticus*. Bei einer genaueren Verfolgung glaubt *v. L e n h o s s é k* gefunden zu haben, dass diese *Stria* vor dem *Nucleus anterior tuberis* sich dorsalwärts umbiege und grösstentheils an die *Columna fornicis* sich anschliesse, einem kleineren Theile nach zwischen die Nervenzellen des genannten Kernes sich einsenke. Ausser dieser *Stria alba tuberis* zeigt die Fig. 2 von *v. L e n h o s s é k* auch noch ein Längsbündel, das vom *Corpus mammillare* bis zur grauen Substanz der *Lamina perforata anterior* sich erstreckt, und der Riechstrahlung von *E d i n g e r* (Fig. 42) verglichen werden kann.

Meine eigenen Erfahrungen stützen sich auf zwei frontale und eine sagittale Serie vom Menschen. Von der frontalen Serie ist ein Schnitt Nr. 96 im § 165 schon beschrieben, den ich hier wieder vorlege, in dem im *Tuber cinereum* drei Kerne sich finden, die wohl am besten als *G a n g l i a* oder *N u c l e i t u b e r i s* bezeichnet werden. Diese drei Kerne fanden sich nur in wenigen Schnitten nach vorne zu. Schon im Schnitte 92 waren nur noch die zwei lateralen derselben vorhanden, im Schnitte 90 betrug der laterale 1,71 : 1,42 und der mediale 5,0 mm in der Länge 0,85—1,42 in der Höhe. Im Schnitte 88 wurden beide Kerne undeutlich und in Nr. 85 waren dieselben nahezu verschwunden. In der Richtung nach hinten gegen das *Corpus mammillare* zu waren die drei Kerne bis zum Schnitte 98 *b* zu sehen. Von da an wurden dieselben undeutlich und schienen mir der mediale mit dem *Corpus mammillare* zu verschmelzen, während der laterale sich länger erhielt. Sobald der *Nucleus lateralis* des *Corpus mammillare* deutlich geworden war, so wie es die Fig. 703 von einer anderen Serie wiedergiebt, war ventral vom *Nucleus medialis* ein deutlicher Streifen grösserer Zellen vorhanden, den ich als Rest des früheren *Nucleus tuberis medius* von *v. L e n h o s s é k* deute und lateral davon ein *Nucleus accessorius*, der ein Rest des lateralen *Nucleus tuberis* zu sein scheint. Somit setzen sich die *Nuclei tuberis* mehr weniger bestimmt in die Kerne des *Corpus mammillare* fort oder hängen wenigstens mit denselben zusammen. Alles zusammengenommen fanden sich somit, da eine Nr. der Serie immer zwei Präparate in sich begreift, je drei *Nuclei tuberis* in 12 Schnitten Nr. 98—93 und je zwei in 14 Schnitten Nr. 92—86.

Fig. 703.

Fig. 703. *Regio hypothalamica* des Zwischenhirns des Menschen. 4 : 1. Nr. 65b. Zur Darstellung der *Corpora mammillaria*, an denen sichtbar sind: *Cf* das Säulchen des *Fornix*; *Ft* der Anfang des Haubenbündels; *Gl* das *Ganglion laterale*; *Gm* das *Ganglion mediale*. Ausserdem ist ventro-lateral bei *Nacc* ein accessorischer Kern von runder Form umgeben von zerstreuten Zellen sichtbar. Für die anderen Bezeichnungen siehe S. 428.

Alle *Nuclei tuberis* enthalten im Innren eine gewisse Menge markhaltiger Fasern und zwischen sich stärkere Bündel, z. Th. mit Nervenzellen untermengt (Fig. 702 *v d*, *v d*), die mit den Faserzügen um die *Columna fornicis* zusammenhängen.

An den eben geschilderten Frontalschnitten findet sich nun noch ein Kern, der das eigentliche *Ganglion opticum basale* zu sein scheint. Derselbe ist in der Fig. 704 an der lateralen Seite des *Tractus opticus* mit *G* bezeichnet als eine nicht unbedeutende Zellenmasse zu sehen mit dicht stehenden mittelgrossen Elementen, aus der in ventrodorsaler Richtung verlaufende Faserzüge lateral von der *Columna fornicis* gegen den *Thalamus* heraufziehen. Dieser Kern ist schon in der Fig. 703 in der Grenzlage zwischen dem *Tractus opticus*, dem Reste des *Pes pedunculi* und dem *Nucleus tuberis lateralis* in den ersten Anfängen vor-

Fig. 704.

handen und zwar wie in der Linsenkernschlinge drin, wird aber nach vorne zu immer grösser bis zu 2,28 mm Breite und 1,71 Höhe und kommt endlich an die laterale Seite des *Chiasma* zu liegen. In dieser Gegend, die der *Substantia perforata anterior* angehört, bleibt derselbe, so lange als das *Chiasma* da ist und schwindet dann. Mit dem Kerne der *Ansa peduncularis* von *Meynert* hat dieser Kern nichts zu thun und ist der erste (*Nap*) weiter lateralwärts als mächtige Ansammlung pigmentirter Zellen leicht von dem letzteren zu unterscheiden. Der eben geschilderte Kern entspricht offenbar dem *Nucleus supraopticus* von *v. Lenhossék*, nur muss ich hervorheben, dass derselbe deutliche markhaltige Nervenfasern enthält, und offenbar ventrodorsal verlaufende Fasern

Fig. 704. Frontalschnitt der *Regio hypothalamica* des Menschen. *Weigert.* 3 : 1. Erklärung wie in Fig. 686.

entsendet, von deren Bedeutung bei Schilderung der Längsschnitte noch weiter die Rede sein wird.

Sagittale Längsschnitte zeigen im *Tuber cinereum*, je nach den Gegenden sehr verschiedene Verhältnisse. Gehe ich von dem Schnitte Nr. 27 oder 28 (Fig. 651) aus, so zeigten sich im *Tuber* 1. ein grösserer Kern, der wie aus zwei Abschnitten, einem grösseren hinteren von 2,0 mm Höhe und 1,71 mm Länge und einem kleinen mehr rundlichen Anhange von 0,85 mm besteht. Beide diese Ganglienmassen sind von einer geringen Menge von Bogenfasern umgeben und enthalten auch im Innern eine geringe Zahl markhaltiger Fasern. Ausserdem verläuft an der ventralen Seite derselben ganz oberflächlich im *Tuber* ein zarter Längszug von Fasern ganz so, wie *v. Lenhossék* seine *Stria tuberis alba*

Fig. 705.

zeichnet, biegt sich vorn dorsalwärts um und erreicht hinten das *Corpus mammillare.*

Ausser diesen zwei Zellennestern mit kleinen Zellen von 15—22 μ finden sich nun noch erstens dicht vor dem *Corpus mammillare* zerstreute, mittelgrosse Zellen und zweitens um den ganzen *Tractus opticus* herum ebensolche Elemente, die im Allgemeinen drei Haufen bilden (Fig. 705 *Gob*), einen besonders

Fig. 705. Sagittalschnitt durch das Gehirn des Menschen aus der *Regio hypothalamica.* Nr. 28a. 3 : 1. *Weigert. Ca Commissura anterior*; *Cf Columna fornicis*; *Cfd* dorsaler Schenkel der Fornixsäule; *Cfv* ventraler Schenkel derselben; *CL Corpus Luysii*; *Cm Corpus mamillare* in seinen lateralen Theilen getroffen; *FM Fasciculus Meynert*; *Fthm Fasciculus thalamo-mammillaris*; *Gb Ganglion basale (Nucleus ansae peduncularis M.)*; *Gt Ganglion tuberis*; *H* Feld *H* von *Forel*; *Nl Nucleus lateralis* und Anfang des *Pedunculus corporis mammillaris*; *Nr Nucleus ruber*; *Oc Oculomotorius*; *Pp Pes pedunculi*; *Rthfr Radiatio thalami frontalis*; *Sn Substantia nigra*; *Stith Stilus inferior thalami*; *Strmed²* absteigender Theil der *Stria medullaris*; *Th Thalamus*; *Tro Tractus opticus* mit der *Commissura Meynert CM* und den *Ganglia optica basalia Gob*, vor, hinter und dorsal von demselben.

deutlichen vor dem *Tractus*, den *Nucleus supraopticus anterior*, einen zweiten ziemlich gut ausgeprägten an dessen dorsaler Seite, den *Nucleus supraopticus dorsalis* und einen *Nucleus supraopticus posterior*, der im Winkel zwischen dem *Tuber* und dem *Tractus* seine Lage hat, meist gut ausgeprägt, aber klein ist. Die *Nuclei supraoptici* oder *Ganglia optica basalia* sind alle von Nervenfasern durchzogen, und zeigt besonders der *anterior* ventrodorsal verlaufende Bündel, von denen gleich weiter die Rede sein wird.

Von den eben erwähnten Kernen liess sich nun der bedeutendste, der *Nucleus supraopticus anterior*, in 62 Schnitten, vom lateralsten der Serie Nr. 1a an bis zu Nr. 31b, verfolgen. Am grössten war dieser Kern in den Schnitten 14—17, wo derselbe im *Diameter dorsoventralis* 1,42 mm und im *Diameter longitudinalis* 1,14 mm mass. Der dorsale Kern war hier 1,0 mm lang und 0,5 mm hoch. In diesen Schnitten waren besonders im vorderen Kerne in jedem eine gewisse Zahl 4—6 kleiner Faserbündel, auf eine kürzere oder längere Strecke deutlich, die alle schief ventrodorsalwärts verliefen und zu einem stärkeren Faserzuge gehörten, der dorsalwärts hinter der *Commissura anterior* in der Richtung gegen das vorderste Ende des *Thalamus* zu verlief. Ich glaube nicht zu irren, wenn ich diesen Faserzug als das ventrale Bündel der *Stria medullaris thalami* auffasse, und würde dem hier beim Menschen Gefundenen zufolge der Kern, in welchem dieses Bündel beim Kaninchen sich verliert (s. die Figg. 639, 643 und § 165) als ein *Ganglion supraopticum* oder als ein Theil des *Ganglion opticum basale* anzusehen sein. Noch bemerke ich, dass das *Ganglion supraopticum anterius* nach vorn und dorsalwärts dicht angrenzt an jene schon früher besprochene Zellenmasse, die *Meynert* als Ganglion der Hirnschenkelschlinge bezeichnet hat und die ich *Ganglion basale* nannte. Auch an meinen Sagittalschnitten war ebenso wie an den frontalen Schnitten dieser Kern durch die Pigmentirung seiner Zellen beachtenswerth und durch dieselbe leicht zu erkennen. (Figg. 651—653 *Gb.*)

Von viel geringerer Bedeutung als die *Nuclei supraoptici*, die ich als die eigentlichen *Ganglia optica basalia* ansehe, sind die *Nuclei tuberis*. Dieselben finden sich nur in mehr medialen Schnitten, aber meist nur undeutlich ausgeprägt. Vom Schnitte Nr. 28 war schon vorher die Rede (Fig. 705). Im Schnitte Nr. 32 fand ich drei *Nuclei tuberis*, der hinterste von 0,98 mm, der mittlere von 0,42 mm und der vorderste von 0,57 mm Durchmesser, alle rundlich mit zarten Faserkapseln. In den Schnitten Nr. 33, 34, 35, fanden sich nur zwei *Nuclei tuberis*, ein grösserer hinterer und ein kleinerer vorderer. Ausserdem war auch das beim Schnitte Nr. 28 erwähnte basale Längsbündel zum *Corpus mammillare* da, von dem jedoch keine Beziehungen zum *Fornix* zu erkennen waren. Ausserdem fanden sich noch Andeutungen der *Ganglia supraoptica dorsalia* und *posteriora* und ein Faserzug von *Ganglion basale* zum *Corpus mammillare*, wie ihn *v. Lenhossék* als *Fasciculus longitudinalis* gezeichnet hat. Weiter medianwärts zu verlieren sich die *Nuclei tuberis*, doch sah ich in einzelnen Schnitten Nr. 40, 47, einen kleinen runden Kern (Fig. 652). In einigen mittleren Schnitten, wie Nr. 71, waren auch Andeutungen der *Commissura tuberis* zu finden, die auch an Frontalschnitten gesehen wurden.

Das Gesammtergebniss meiner Untersuchungen ist somit folgendes:

1. Es müssen *Nuclei tuberis* von den *Nuclei supraoptici* unterschieden werden.

2. Die *Nuclei tuberis* kommen mehr in den medialen Gegenden vor, besitzen kleine Nervenzellen und sind in ihren näheren Verhältnissen noch nicht bekannt, scheinen jedoch durch das basale Längsbündel des *Tuber* zum *Corpus mammillare* Beziehungen zu haben.

3. Die *Nuclei supraoptici* haben grössere Zellen und stehen zu ventrodorsal verlaufenden Faserzügen in Beziehung, die wahrscheinlich in die *Stria medullaris thalami* übergehen.

4. In medialen Gegenden findet sich eine schwache Kommissur des *Tuber*.

Die *Ganglia optica basalia* und die *Ganglia tuberis* habe ich bei Thieren noch nicht weiter verfolgt. Die *Ganglia tuberis* stellt die Fig. 631 vom Kaninchen dar, in der dieselben als *Ganglia optica basalia* bezeichnet sind; dieselben Ganglien waren auch (siehe S. 501) in dem Schnitte Fig. 632 da. Ebenso fand sich eine *Commissura tuberis* in der Fig. 631 (*Ct*). Als *Ganglion opticum basale* betrachte ich, wie erwähnt, beim Kaninchen die Zellenmasse, in welcher der absteigende Theil der *Stria medullaris* sich verliert (Fig. 639).

B. *Hypophysis.*

In einer neuen wichtigen Arbeit von *v. Kupffer* (Die Deutung des Hirnanhanges, in Sitzber. der Ges. f. Morphologie in München 1894) wird der Versuch unternommen nachzuweisen, dass unter dem Namen Hirnanhang drei verschiedene Organe inbegriffen sind und zwar 1. eine epidermoidale Drüse, die aus der sog. *Rathke*'schen Tasche hervorgeht, und bei den höheren Wirbelthieren den sogenannten vorderen drüsigen Lappen des Hirnanhanges bildet; 2. eine endodermale Bildung, die hinter der Rachenhaut aus der sogenannten *Seessel*'schen Tasche sich entwickelt und 3. eine aus dem Boden des III. Ventrikels, d. h. dem *Tuber cinereum*, sich bildende tubulöse Drüse, die Infundibulardrüse. Diese drei Elemente sind aber durchaus nicht bei allen Wirbelthieren im Hirnanhange enthalten, vielmehr kann eines oder zwei dieser Elemente fehlen und dieselben auch eine verschiedene Entwicklung darbieten. So hat *Myxine* nur eine Infundibulardrüse, *Petromyzon Planeri* eine Infundibulardrüse und eine Drüse des Nasenrachenganges. Bei den *Teleostiern* ist der sogenannte *Saccus vasculosus* eine Infundibulardrüse, die wie *Stieda* entdeckt hat, mit dem III. Ventrikel zusammenhängt. Daneben kommt noch eine ektodermale Hypophysis vor derselben vor (*Rabl-Rückhard, v. Kupffer*). Ebenso sind die Verhältnisse bei den *Elasmobranchiern* nach *W. Müller*. Beim Frosche sind alle drei oben angeführten Organe da (*v. Kupffer* l. c. Fig. 5—8). Ebenso nach *v. Kupffer* bei den Säugethieren, doch bildet sich hier Nr. 2 zurück und ist die bleibende Hypophysis nur aus der ektodermalen Drüse und dem Infundibularauswuchse gebildet, von dem *v. Kupffer*, gestützt auf *Mihalkovics* (Arch. f. Mikr. Anat. Bd. XI. Taf. XXII, Fig. XIII) annimmt, dass derselbe ebenfalls zu einer Drüse sich ausbilde.

Diese letzte Vermuthung steht nun freilich in einem gewissen Gegensatze zu der Annahme einer Reihe von Autoren, die im kleinen Lappen des Hirnanhangs einen nervösen Bau, Nervenfasern und Nervenzellen beschreiben. So meldet *Krause*, dass derselbe feine variköse Nervenfasern enthalte, die längs der Trichterwand in denselben herabsteigen (Mikr. Anatomie S. 437); *Henle*, *Schwalbe* und *Toldt* dagegen erwähnen nichts von nervösen Elementen. Dagegen hat *Ramón* eine Beschreibung und Abbildung der *Hypophysis* der

zwei Tage alten Maus (Anales de la Soc. espan. de historia natural, 2. Serie Tom. III 1894, S. 214 und Fig. 8), derzufolge in dem kleinen Lappen des Organes 1. Nervenfasern und 2. Zellen von zweifelhafter Natur sich finden. Die Nervenfasern sind fein, varikös und zeigen eine solche Menge von Verästelungen und Endigungen, dass dieselben zwischen und um die Zellen des Organes einen der dichtesten bekannten *Plexus* erzeugen, der den ganzen Lappen erfüllt. Eine Untersuchung von Längsschnitten lehrt, dass diese Nervenfasern von einem Bündel von Achsencylindern abstammen, die längs des Infundibulum herabsteigen und in einer Zellenmasse entspringen, die hinter dem *Chiasma* ihre Lage hat. Viele dieser Fasern verästeln sich bereits während ihres Verlaufes im *Infundibulum* und enden in der Nähe seiner Oberfläche. Oft fanden sich auch im Lappen selbst feine Fäserchen, die in das Epithel eindrangen, das vom grösseren Hirnanhanglappen aus die vordere Fläche des kleineren bekleidet, und in demselben mit Verästelungen und freien sehr oberflächlich gelegenen Enden ausgingen.

Eine zweite ausführliche Abhandlung über die nervösen Elemente der *Hypophyse* hat ebenfalls im Jahre 1894 *H. J. Berkeley* of Baltimore im Journal Brain P. LXVIII (S. 516—546 mit 30 Fig. auf 5 Taf.) veröffentlicht. Dieselbe wurde an erwachsenen Hunden und Mäusen mit der *Golgi*'schen Methode ausgeführt und lieferte Ergebnisse, die sehr schwer zu deuten sind. Am bemerkenswerthesten ist der Nachweis von sympathischen Nervenfaserverästelungen im drüsigen Abschnitte des Organes (Fig. 1). Im kleineren *Lobus infundibuli* beschreibt *Berkeley* eine Menge von Zellenformen, von denen er einen Theil für Gliazellen, einen anderen für Nervenzellen erklärt, unter denen die einen nur mit Einem Neuraxon, die anderen mit mehreren solchen versehen sein sollen. Ich muss bekennen, dass es mir, nach dem, was ich beim Menschen gesehen habe, sehr fraglich erscheint, ob irgend eine der von diesem Autor abgebildeten Zellen mit Ausnahme derer aus der Wand des *Tuber cinereum* (s. Fig. 17,22) als Nervenzellen angesehen werden dürfe und sehe ich daher von einer speziellen Schilderung derselben ab. Nervenfasern mögen unter den in seiner Fig. 2 abgebildeten Elementen vorhanden sein, doch fehlt auch in dieser Beziehung ein vollgültiger Beweis und ist auch nicht zu bestimmen, ob etwa unter denselben Gefässnerven sich fanden oder nicht. Ich bedauere somit aus den Beschreibungen dieses Autors keine weiteren Schlüsse mit Sicherheit ableiten zu können, als den, dass auch bei erwachsenen Geschöpfen an gewissen Orten noch gut erhaltene Ependymzellen sich finden, wie namentlich die Fig. 17 vom *Infundibulum* beweist.

Noch in einer anderen Beziehung lenkt sich die Aufmerksamkeit auf die Angaben von *Berkeley*. Derselbe fand (s. Fig. 2) in einer gewissen mehr oberflächlichen Zone des *Lobus infundibuli* (ob des Hundes oder der Maus wird nicht gesagt) follikelähnliche Bildungen mit cylindrischem Epithel und oft mit einer colloiden Substanz in ihrer Höhlung, die unter Umständen selbst zu grösseren Höhlungen verschmolzen waren. Diese Beobachtungen erinnern an ältere Mittheilungen von *Krause* (Mikr. Anatomie S. 438) über hie und da beim Menschen vorkommende flimmernde Cysten in demselben Abschnitte der *Hypophysis*. Ich finde solche Cysten (s. Fig. 706) auch bei einem Neugeborenen in ganz guter Entwicklung und lässt sich somit im Sinne von *v. Kupffer* auch bei Säugern von einer Infundibulardrüse reden.

Meine eigenen Erfahrungen über das Vorkommen von nervösen Elementen in dem kleinen Lappen der *Hypophysis* sind Folgende: Weder bei Neugeborenen noch beim Erwachsenen gelang es mir an *Golgi*-Präparaten in diesem Theile des Organes Elemente zu finden, die mit Bestimmtheit als nervöse sich hätten ansprechen lassen. Zellige Elemente fanden sich in den oberflächlichen Lagen genug und darunter auch solche, die täuschend multipolaren Nervenzellen glichen, allein nirgends liess sich die Ueberzeugung gewinnen, dass dieselben Nervenzellen waren. Das steife starre Aussehen dieser Elemente, ihre meist röthliche Färbung, der Mangel eines Achsencylinders, ihre Gruppierung sprachen entschieden für Gliaelemente, z. Th. für Ependymzellen. Nervenfaserähnliche Bildungen von verschiedenen Durchmessern z. Th. starr, z. Th. mit Varikositäten, selten mit Theilungen, waren in Menge im *Infundibulum* und im *Lobus infundibuli* vorhanden, zeigten meist einen longitudinalen Verlauf und bildeten oft stärkere

Fig. 706.

Längszüge. Verbindungen dieser Fasern mit den erwähnten zelligen Elementen waren zur Genüge vorhanden, so dass ich trotz der grossen Länge vieler dieser Fasern schliesslich ebenfalls zur Ueberzeugung kam, dass dieselben Gliafasern sind.

Ganz dieselben Ergebnisse lieferte mir die Untersuchung der *Hypophysis* der Ziege nach *Golgi*, so dass ich, wie *Retzius* (Biol. Unt. Bd. VI, Taf. XII), die Ansicht vertreten muss, dass, wenigstens beim Menschen und den höheren Säugern, der *Lobus infundibuli* der *Hypophysis* keine echt varikösen Elemente führt, und, wie das Vorkommen von Drüsenblasen beim Menschen lehrt, in der Umbildung in eine Infundibulardrüse im Sinne von *v. Kupffer* begriffen ist.

Fig. 706. Frontalschnitt durch den kleinen Lappen der *Hypophysis* eines Neugeborenen. Syst. II, Oc. III, k. T. *Golgi*. *dr* eine Gruppe von Drüsenblasen; *h* hinterer Rand mit Gliazellen und Fasern; *vvv* vorderer an den grossen Lappen angrenzender Rand.

C. *Tractus peduncularis transversus.*

Der *Tractus peduncularis transversus*, der eigentlich schon früher hätte besprochen werden sollen, ist ein schon von *Gall* und *Spurzheim* (Atlas du système nerveux Paris 1810 als Entrelacement transversal du gros faisceau fibreux unter der Zahl 34 auf Pl. IV—VI, VII, X, beschrieben) gesehenes Bündel, das durch *v. Gudden* der Vergessenheit entrissen, genauer verfolgt und auch physiologisch gewürdigt wurde. Dasselbe tritt am vorderen Rande der *Corpora quadrigemina anteriora* und zwar im medialen Drittel als ein cylindrischer Markstrang zu Tage, nimmt an Stärke zu und schlägt sich alsdann lateral- und basalwärts, den Winkel zwischen den Armen der hinteren Hügel und den inneren Kniehöckern ausfüllend, in annähernd querem Verlaufe zur ventralen Fläche der *Pedunculi cerebri*. Ungefähr in der Mitte dieser pflegt der *Tractus* sich einzusenken, lässt sich aber meist, kenntlich an einem leichten Wulste, gegen die Austrittsstelle der *Nervi oculomotorii* hin bis zum medialen Rande der *Pedunculi* mit Leichtigkeit verfolgen (*v. Gudden* in Arch. f. Psych. 1870, Bd. II, S. 364; Gesamm. Abh. S. 117 u. 119, Taf. XI). Makroskopische Abbildungen vom Menschen und Kaninchen, Frontal- und Horizontalschnitte des letzteren Geschöpfes erläutern die Beschreibung und zeigt namentlich die Fig. 7 die Lage des *Tractus peduncularis transversus* zwischen Hirnstiel und dem *Pedunculus corporis mammillaris* und an der lateralen Seite der medialen Schleife. Beobachtet wurde dieser Strang von *Gudden* beim Menschen, bei dem er aber zart sei und sehr oft vergeblich gesucht werde (Ges. Abh. S. 118 und Taf. XI, Fig. 2), bei *Cercopithecus*, ferner bei Hasen, Kaninchen, Ziegen, Schafen, Schweinen, Hunden, Füchsen und Katzen; schwach ist er beim Igel und gar nicht vorhanden allem Anscheine nach beim Maulwurfe und bei *Spalax typhlus*. Ich sah den *Tractus* auch bei der Maus und Ratte.

Der *Tractus peduncularis transversus* beansprucht eine besondere Bedeutung wegen seiner von *Gudden* nachgewiesenen Beziehung zum *Nervus opticus*. Enukleirt man bei einem neugeborenen Kaninchen beide *Bulbi*, so verschwinden die *Tractus* fast spurlos. Zerstörte *v. Gudden* bei einem neugeborenen Kaninchen nur die Eine *Retina*, so war beim erwachsenen Thiere der entgegengesetzte *Tractus* meist nur mit der Loupe in seinen Resten deutlich zu erkennen. Ebenso fand *v. Monakow* neben anderen Theilen den *Tractus peduncularis transversus* in geringem Grade atrophirt, wenn er bei neugeborenen Kaninchen die *Munk*'sche Sehsphäre exstirpirte (Arch. f. Psych. Bd. XII, I).

Ursprung und Ende des *Tractus peduncularis transversus* blieb trotz aller Mühe *v. Gudden* unbekannt und betont derselbe ganz speziell, dass das Centrum des *Tractus* nicht das eigentliche Sehcentrum im vorderen Vierhügel sei (Ges. Abh. S. 201).

Was mich betrifft, so habe ich den *Tractus pedunculi transversus* vor allem beim Kaninchen untersucht und ist es mir bei diesem Thiere gelungen, einmal das Centrum oder die Ursprungsstätte dieses Bündels zu finden und zweitens nachzuweisen, dass dasselbe ausser dem bereits *Gudden* bekannten Hauptbündel noch zwei andere Nebenbündel besitzt, so dass somit bei diesem Geschöpfe im Ganzen drei *Tractus pedunculares transversi* vorhanden sind. In Sagittalschnitten trifft man das Hauptbündel zwischen der Gegend des *Corpus*

mammillare und den Oculomotorius-Wurzeln dicht an diesen und erscheint dasselbe bei seinem ersten Auftreten als ein dreieckiger Körper, dessen 0,85 mm breite Basis in der Gegend der *Substantia perforata postica* dicht an der Oberfläche liegt und den *Pedunculus corporis mammillaris* kreuzend mit seiner Spitze dorsalwärts und etwas nach hinten gerichtet ist. In denselben Schnitten, in denen dieses Hauptbündel zuerst auftritt, sind auch die zwei kleineren *Tractus* sichtbar (Fig. 707). Der vorderste von 0,34 mm Breite steht senkrecht in der Richtung auf den vorderen Rand des eben noch wahrnehmbaren *Nucleus lateralis corporis mammillaris*. Der mittlere *Tractus* von beiläufig derselben Breite ist ebenso gestellt wie der vordere, liegt 1,14 mm hinter demselben und entspricht in seiner Lage der Einbiegung hinter dem *Corpus mammillare*. Seine Entfernung vom Hauptbündel ist wegen der schiefen Stellung des letzteren an der ventralen Seite geringer als an der dorsalen und beträgt etwa 0,80 mm. Verfolgt man die kleineren Tractusbündel nach der Mitte zu, so findet man, dass dieselben lateral vom *Corpus mammillare* ebenfalls bis nahe an die Hirnbasis herangehen und dass das mittlere der Medianebene näher liegt als das andere und auch lateralwärts früher verschwindet. Am längsten erhält sich an Sagittalschnitten das Hauptbündel. Dasselbe zieht sich allmählich in einen 1,56 mm langen, an der Basis 0,71 mm, an der Spitze nur 0,28 mm dicken Strang aus, der schliesslich mit der Hirnbasis nicht mehr zusammenhängt (Fig. 618) und in einem kleineren rundlichen Kern sich verliert, der lateralwärts vom *Nucleus ruber* am ventralen Ende des *Nucleus lateralis posterior thalami* (*Nissl*) seine Lage hat, der das *Corpus quadrigeminum anterius* vom *Thalamus* trennt. Uebrigens finden sich auch schon weiter ventralwärts in dem Hauptbündel grössere, länglich runde Zellen, die ich als Ursprungszellen der Fasern dieses Bündels ansehe. Aehnliche Zellenansammlungen zeigen auch die zwei Nebenbündel in ihren dorsalen Anschwellungen und habe ich nun auch an *Golgi*-Präparaten des Gehirns eines neugeborenen Kaninchens und einer Maus einzelne Zellen dieser Kerne gefärbt erhalten, die bei einer Grösse des Zellenkörpers von 20—30 μ 3—4 lange wenig verästelte Dendriten und einen *Neuraxon* zeigten, der ventralwärts verlief. In manchen Fällen waren die

Fig. 707.

Fig. 707. Sagittalschnitt der *Regio hypothalamica*. Nr. 151. 8:1. *Weigert*. *DBrc* Bindearmkreuzung; *Fl Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *Gl Ganglion laterale*; *Lm Lemniscus medialis*; *Oc* Oculomotoriuswurzel; *P Pons*; *Pcm Pedunculus corporis mammillaris*; *Th Thalamus*; *Trp*[1] mittleres Bündel des *Tract. ped.*; *Trp*[2] vorderes Bündel des *Tr. ped.*; *Trptr* Hauptbündel des *Tractus peduncularis transversus*.

Gegenden, in denen die Zellen in den Tractusbündeln liegen, durch lichte, rundliche, von feinen Geflechten umgebene Stellen bemerklich, helle Flecken, welche selbst an *Weigert*'schen Präparaten über die Lage der Zellen Aufschluss gaben. Dem Gesagten zufolge ist somit nicht zu bezweifeln, dass der oder die *Tractus pedunculares transversi* ihre Kerne oder Ursprungsstellen an der ventralen Seite des Gehirns besitzen und dass der im vorderen Vierhügel sich verlierende Strang das Ende derselben darstellt. Wo dieses Ende sich findet, blieb mir ebenso verborgen wie *Gudden*, doch bin ich der Ansicht, dass dasselbe wohl unzweifelhaft in den tieferen Theilen des vorderen Vierhügels zu suchen sein wird. Die Beziehungen des *Opticus* zum *Tractus peduncularis* und seine Bedeutung werden durch diese Annahme allerdings nicht klarer und verzichte ich vorläufig auf die Besprechung gewisser sich darbietender Möglichkeiten. Noch bemerke ich, dass auch *v. Bechterew*, bei welchem Geschöpfe ist nicht gesagt, einen *Nucleus tractus peduncularis transversi* beschreibt, der in der Tiefe der *Crura cerebri* als kleine längliche konisch geformte Anhäufungen grauer Substanz sich finde. Dieser Kern liege zwischen dem *Nucleus ruber* und der *Substantia nigra* (l. c. S. 55).

Fig. 708.

Ich verweise nun noch auf eine Reihe von Darstellungen des *Tractus peduncularis transversus*, die in früheren Figuren enthalten sind, unter Wiedergabe der wichtigsten an diesem Orte. Von Sagittalschnitten zeigt nur Einer der früheren Fig. 618 beim Kaninchen den dorsalen Theil des Hauptbündels. In einem Frontalschnitte zeigt die Fig. 708 das gewöhnliche Verhalten des *Tractus* und mache ich in dieser Figur auf das dunkle kleine Feld dorsalwärts vom *Corpus geniculatum laterale* aufmerksam, welches den Querschnitt des in dem vorderen Vierhügel sich verlierenden Endes des *Tractus* bedeutet. Ein weiter nach vorn gelegener Frontalschnitt (Fig. 664) zeigt einen Querschnitt des *Tractus* neben und dorsalwärts vom *Corpus mammillare*, den ich für den

Fig. 708. Frontalschnitt durch das Mittelhirn eines erwachsenen Kaninchens. II. Nr. 200. 5 : 1. *Weigert*. *Cgm Corpus geniculatum mediale*; *Cgr* centrales Grau mit vielen senkrechten queren und Bogenfasern; *Cm Corpus mammillare* hinterster Theil; *Dv Decussatio tegmenti ventralis*; *FM Fasciculus Meynert*; *Lm Lemniscus medialis*; *Nr Nucleus ruber*; *Pcm Pedunculus corporis mammillaris*; *Pp Pes pedunculi*; *Qa* vorderer Vierhügel; *Sn Substantia nigra*; *Tptr Tractus peduncularis transversus*; *a Aquaeductus*; gr^1 gr^2 gr^3 äussere, mittlere und innere graue Zonen; w^1 w^2 w^3 äussere, mittlere und innere weisse Lagen des Vierhügels.

des mittleren Nebenbündels halte. Von der Maus stellt der Frontalschnitt im § 165 Fig. 642 das Verhalten des *Tractus* dar, der hier in einer Höhe mit dem *Corpus mammillare* liegt. Von Horizontalschnitten geben die Figg. 632 und 633 gute Bilder des Hauptbündels des *Tractus* und in der Fig. 631 sind alle drei Bündel sichtbar, das vorderste neben dem *Corpus mammillare*, das mittlere hinter demselben und das Hauptbündel ganz undeutlich neben dem *Lemniscus medialis*.

Beim Menschen, bei welchem der *Tractus* nicht konstant ist, ist es mir bisher nicht geglückt, denselben an Frontal- und Sagittalschnitten mit Sicherheit zu erkennen, doch habe ich in den Figg. 652 und 654 vermuthungsweise eine Stelle als solchen bezeichnet. Die einzige Abbildung, die mir sonst bekannt geworden ist, findet sich bei *Dejerine* (Fig. 193, *Tp t*). Was *Brissaud* (S. 245, Fig. 73 *T. P.* und Schema 5 und 6) als *Tractus transversus pedunculi* bezeichnet, ist nicht der *Tractus* von *Gudden*, da er von demselben angiebt, er komme nur auf der linken Seite vor.

§ 171.

Sekundäres Vorderhirn; *Telencephalon*, Endhirn nach *His*; allgemeine Verhältnisse.

Das sekundäre Vorderhirn zeigt nach *His* mehrere sehr früh auftretende Unterabtheilungen und zwar: 1. das *Pallium*, den eigentlichen Hirnmantel, 2. den Streifenhügel, *Corpus striatum* und 3. das Riechhirn, *Rhinencephalon, Turner*, zu denen dann noch als untergeordneter Theil die *Pars optica hypothalami* dazukommt (Vorschläge zur Eintheilung des Gehirns im Archiv von *His* 1893 S. 172 und anatom. Nomenclatur 1895 S. 155—177). Dieser Eintheilung gegenüber haben *Turner* und *Edinger* eine einfachere in *Rhinencephalon* und *Pallium* vorgeschlagen und lässt sich nicht leugnen, dass dieselbe sehr annehmbar erscheint, da ja auch nach *His* der Streifenhügel als eine Wucherung der Wand des Hirnmantels auftritt.

Gehen wir von den genannten zwei Theilen aus, so ergiebt sich, dass dieselben in der Reihe der Wirbelthiere und vor allem bei den Säugethieren sehr verschiedene Verhältnisse darbieten, indem das Riechhirn bald eine grosse, andere Male nur eine geringe Ausbildung zeigt. *Broca*, der zuerst auf diese Verhältnisse aufmerksam machte (Revue d'Anthropologie 1878—79), theilte aus diesem Grunde die Säuger in osmatische mit guter Entwickelung des Riechhirns und in anosmatische mit geringer oder ganz fehlender Ausbildung des *Rhinencephalon*, welche Eintheilung *Turner* so verbesserte, dass er drei Abtheilungen: makrosmatische, mikrosmatische und anosmatische Säuger aufstellte.

Betrachtet man das Gehirn eines makrosmatischen Säugers, wie z. B. des Kaninchens, Kalbes, Hundes, von *Echidna* und Beutelthieren u. s. w. und vergleicht man damit das eines mikrosmatischen, wie etwa eines Flossenfüssers, eines Bartenwales, Affen oder des Menschen, so ergeben sich in der That schon von aussen solche Verschiedenheiten, dass leicht ersichtlich ist, dass die grössere

oder geringere Entwickelung der Riechsphäre des Gehirnes von sehr grosser Bedeutung für den Aufbau des Gehirns ist. Makrosmatische Säuger zeigen erstens einen kolossalen *Bulbus olfactorius* oder Riechkolben, der wie einen besonderen Lappen vor dem Stirnhirne darstellt (Fig. 709). Dann folgt ein mächtiger *Lobus olfactorius*, der ausser der centralen Riechstrahlung, dem *Tractus olfactorius*, auch viel graue Substanz enthält, und dieser geht dann ohne scharfe Grenze in den *Lobus hippocampi* über, welcher mit einer über dem Balken verlaufenden Windung zusammen den *Gyrus fornicatus* oder *cinguli* oder den *Lobus limbicus* von Broca bildet.

Stellt man einem solchen Gehirne dasjenige eines mikrosmatischen Geschöpfes, am besten das des Menschen gegenüber, so finden wir erstens einen ganz kleinen *Bulbus olfactorius*, der nur wie ein unbedeutender Anhang des Stirnlappens erscheint. Dann folgt, an der Stelle des grossen *Lobus olfactorius*, die centrale Riechstrahlung in Gestalt eines nervenartigen schwachen, weissen Bündels, des *Tractus olfactorius*, an dem schliesslich gering entwickelte graue Substanz, das *Trigonum olfactorium*, ansitzt, von welchem dann zarte Verbindungen zum Unterlappen führen und Beziehungen zum Ammonshorne, zum *Fornix* und zum Streifenhügel bestimmt nachgewiesen sind.

Bo
Lo
Tr.o.l
Srh
Lh
P
Trap
Pyr

Fig. 709.

Fig. 710.

Fig. 709. Gehirn eines Kaninchens von der Grundfläche, 1,5 : 1. *Bo Bulbus olfactorius; Lh Lobus hippocampi*, hinterer Theil des *Lobus pyriformis; Lo Lobus olfactorius*, vorderer Theil des *Lobus pyriformis; P Pons; Pyr* Pyramiden; *Srh Sulcus rhinalis*, Grenzfurche des *Lobus pyriformis; Trap. Corpus trapezoides.*

Fig. 710. Gehirn eines männlichen menschlichen Embryo aus dem 3. Monate, 2mal vergr. (Nr. 450 der Würzburger embryologischen Sammlung. Grösste Länge der Hemisphären 17,3 mm, grösste Breite der Hinterhauptslappen 14,8 mm, der Vorderlappen 12,8 mm, des *Cerebellum* 11,2 mm, der *Medulla oblongata* 7,0 mm.) Die laterale Wurzel des hakenförmigen *Bulbus olfactorius* ist sehr deutlich. Das Feld, das dieselbe umgiebt, ist nicht das Feld der Insel, welches lateralwärts und höher liegt, sondern die Gegend der *Substantia perforata antica lateralis.* Rückwärts geht die laterale Wurzel direkt in den *Gyrus hippocampi*, resp. den *Uncus* desselben über (siehe meine Festschrift zum 50jähr. Jubiläum der Universität Zürich 1883, Taf. IV Fig. 24).

Eine so geringe Entwicklung des *Rhinencephalon* ist jedoch dem Menschen und wahrscheinlich auch den anderen mikrosmatischen Geschöpfen nur im ausgebildeten Zustande eigen und verweise ich zum Belege dessen auf nebenstehende Abbildung des Gehirns eines menschlichen Embryo vom 3. Monate, die zeigt, dass in diesem Alter das *Rhinencephalon* relativ viel ausgebildeter ist, als später und namentlich auch mit dem *Gyrus hippocampi* in direkter Verbindung steht. Wie anosmatische Säuger sich in dieser Beziehung verhalten, ist meines Wissens noch nicht genauer untersucht und kenne ich nur die Notiz von *Kükenthal* (Walthiere S. 112), dass er bei kleinen Föten von *Beluga* in zwei Fällen Spuren des *Nervus olfactorius* gesehen zu haben glaubt, der bei erwachsenen Thieren nicht vorhanden war.

Gehen wir weiter auf die Organisation des sekundären Vorderhirns ein, so ergeben sich mit Bezug auf die Herkunft und Art der nervösen Elemente, die dasselbe bilden, gewisse allgemeine Verhältnisse, die hier noch zur Besprechung kommen sollen, soweit, als dieselben mit Sicherheit zu deuten sind.

Die gesammte Struktur dieses Hirnabschnittes wird wesentlich dadurch bestimmt, dass derselbe allein von allen Hirntheilen der Sitz des Bewusstseins und des Willens und der psychischen Vorgänge ist. Hiermit im Zusammenhange steht das Vorkommen von zweierlei Arten von *Neurodendren*:

A. Centrifugale oder Projektionsfasern.

Von den Zellen der Hirnrinde entspringen Nervenfasern, die centrifugal wirkend, ihren Einfluss auf andere Theile des Nervensystems und selbst auf andere Organe übertragen. Diese Elemente werden seit *Meynert* zum Theil, namentlich soweit sie auf willkürliche Muskeln wirken, als Projektionsfasern bezeichnet; ich halte es jedoch für zweckmässig, alle centrifugal wirkenden *Neurodendren* so zu nennen.

Diese Projektionsfasern nun zerfallen in besondere Gruppen. Die einen derselben, die wir als willkürlich motorische bezeichnen wollen, haben ihren Ausgangspunkt im Parietallappen und in der dritten Stirnwindung und wirken direkt auf die Ursprungskerne der motorischen Kopfnerven und der motorischen Wurzeln im Rückenmarke. Diese Fasern oder die Pyramidenbahn verlaufen durch die *Capsula interna*, wo sie hinter dem Kniee derselben ihre Lage haben, durch das mittlere Drittheil des *Crus cerebri* und die Brücke in die Pyramiden und von da zum Rückenmarke in früher schon geschilderter Weise.

Als unwillkürlich wirkende Projektionsfasern bezeichne ich:

1. Die Stabkranzfasern zur Brücke, die vor allem vom Schläfen- und Hinterhauptslappen aus, vielleicht auch vom Stirnlappen her durch den hinteren Theil der inneren Kapsel und den lateralen Theil des Hirnstieles zur Brücke verlaufen und in den grauen Kernen derselben enden.

2. Die Stabkranzfasern des Sehhügels, die von allen Gegenden der Hirnoberfläche zum *Thalamus* ziehen und in den Kernen desselben ihr Ende erreichen; und 3. die sogenannten Associationsfasern von *Meynert*, unter welchem Namen Fasern verstanden werden, die nähere oder entferntere Hirngegenden einer und derselben Seite oder beider Hirnhälften untereinander in

Verbindung setzen, wie die *Fibrae arcuatae gyrorum*, die Bündel des *Fornix*, die Kommissurenfasern.

B. Zuleitende centripetale Fasern.

Als solche Elemente sind alle *Neurodendren* zu bezeichnen, die von den Endkernen der sensiblen Fasern in der *Medulla oblongata* und im Gehirne selbst direkt oder unter Mithilfe von Zwischenleitungen zur Hirnrinde treten und hier bewusste Empfindungen vermitteln. Diese Leitungen sind im Einzelnen noch wenig genau bekannt, doch weiss man, dass die Sehstrahlung im Occipitallappen, die *Nervi cochlearis*-Strahlung im Schläfenlappen, die Riechstrahlung im *Gyrus hippocampi* und im Ammonshorne ihre Lage hat, während die Bahnen der gewöhnlichen sensiblen Nerven durch die innere Kapsel und den Streifenhügel zum Parietallappen zu verlaufen scheinen.

Mit diesen Sätzen sind selbstverständlich lange nicht alle Beziehungen des sekundären Vorderhirns zu den anderen Hirntheilen geschildert und mache ich speziell darauf aufmerksam, dass die Art und Weise, wie das grosse Gehirn und das *Cerebellum* zueinander stehen, nichts weniger als genau aufgeklärt ist. Ebenso sind die Verhältnisse des Sehhügels, des rothen Kernes, der Vierhügelkerne, des *Corpus subthalamicum*, der Brückenkerne, des Streifenhügels zur Hirnrinde in vieler Beziehung noch sehr im Dunkeln und ist nur soviel wahrscheinlich, dass bei allen diesen Organen doppelte Leitungen, centripetale und centrifugale, eine Rolle spielen.

Für einmal ist die Eintheilung der Hirnfasern in Projektionsfasern oder centrifugale *Neurodendren* und in centripetale Leitungen genügend, denen, wenn man will, Associationsfasern als eine besondere Art centrifugal wirkender Nervenbäumchen an die Seite gestellt werden können.

§ 172.

Streifenhügel, Allgemeines.

Diese grosse graue Masse mit ihren beiden Abtheilungen, dem *Nucleus caudatus* und dem *Nucleus lentiformis*, stellt einen ganz besonderen Abschnitt der grauen Substanz der *Hemisphären* dar, von dem ich zuerst im Jahre 1850 durch mikroskopische Untersuchungen nachgewiesen habe, dass ein bedeutender Theil der Hirnstiele in demselben sein Ende erreicht oder in ihm entspringt, während auf der anderen Seite nur wenige Elemente der Hirnrinde in diese Ganglien eintreten. Diese Auffassung ist von *Meynert* nicht angenommen worden, der in vollem Gegensatze zu mir in den genannten Theilen neben dem in den Hirnstiel übergehenden Fasersysteme, einem Projektionssysteme II. Ordnung, auch ein aus den Hemisphären stammendes sogenanntes Projektionssystem I. Ordnung oder ein oberes Glied desselben aufstellte. Später bekämpfte *Wernicke* diese Auffassung (Verh. der phys. Gesellschaft zu Berlin 1879/80 Nr. 5 und Hirnkrankheiten S. 37), und wird seit dieser Zeit allgemein mit *mir* und *Wernicke* das Fasersystem des Streifenhügels als ein ganz besonderer Theil des Stabkranzes *(Corona radiata)*, d. h. der Ausstrahlung der Hirnstiele

in die Hemisphären angesehen (s. bes. *Edinger*, *Obersteiner*, *Kahler*). Zugleich hat man dem *Nucleus caudatus* und dem Hauptabschnitte des Linsenkernes, dem *Putamen*, eine besondere Stellung angewiesen und dieselben als Theile der Hirnrinde angesprochen, für welche Auffassung nicht nur die Entwicklung dieser Theile aus der primitiven Hemisphärenwand und ihre Verbindung mit Theilen derselben auch beim Erwachsenen, sondern auch Experimente sprechen. *v. Gudden* zeigte, dass man bei neugeborenen Kaninchen noch so viel von den Hemisphären exstirpiren könne, ohne dass eine Atrophie des Streifenhügels erfolge. Ebenso hat *Ganser* wiederholt bei jungen Kaninchen die ganze Hemisphäre entfernt, so dass der Streifenhügel blosslag. Beim erwachsenen Thiere war in der Entwicklung beider Streifenhügel kaum ein Unterschied wahrzunehmen, nicht grösser, als sie dem Ausfalle gewisser Fasern entsprechen mochte, welche aus der Rinde in den Streifenhügel eingehen; an Schnitten war von einer Atrophie der grauen Masse nichts wahrzunehmen (*Ganser*, Maulwurf S. 663). „Der Streifenhügel", so schliesst *Ganser*, „verhält sich somit wie ein Rindengebiet, dessen Nachbarwindungen zerstört sind, die Associationsfasern gehen zu Grunde, alle anderen und die graue Substanz erhalten sich."

Obschon wir somit allen Grund haben, *Meynert's* Ansicht von den ausgedehnten Verbindungen des Streifenhügels mit den Hemisphären zurückzuweisen, so sollen doch nicht alle und jede Beziehungen der beiden Theile zueinander geleugnet werden, und mache ich in dieser Beziehung auf Folgendes aufmerksam:

1. *Gudden* fand, dass von den Bündeln, die aus der inneren Kapsel in den *Nucleus caudatus* eindringen, nach Exstirpation eines Theiles der Hirnrinde bei Kaninchen auf der operirten Seite die Zahl vermindert und ihr Kaliber geringer ist, was beweist, dass ein Theil derselben als von der Hirnrinde in den Streifenhügel eintretend anzusehen ist.

2. Beim Linsenkerne und geschwänzten Kerne fanden *Bianchi* und *Algeri* nach ausgedehnten Zerstörungen in der motorischen Hirnregion des Hundes auch Degeneration von Bündeln, die in diese beiden Kerne einstrahlen.

3. Nach meinen alten Erfahrungen kommen beim Menschen viel spärlichere Beziehungen zwischen dem Streifenhügel und der Hirnrinde vor als bei Säugern. Beim Menschen fand ich schon vor Jahren ausser den von den Hirnstielen abstammenden Fasern: a) eine dünne, an der Oberfläche des *Nucleus caudatus* befindliche Lage der allerfeinsten (unter 2 μ) und feineren (von 2,0 bis 4,5 μ) Fasern, die in der Fläche ausgebreitet, theils einander parallel, theils nach verschiedenen Richtungen verlaufen; b) in den weissen Zwischenlagern der einzelnen Glieder des Linsenkernes Fasern von 2,6—5,2 μ, die mit den von den Hirnstielen kommenden unter rechten Winkeln sich kreuzen; c) im äussersten Theile der grossen Kerne des Streifenhügels beschrieb ich auf verschiedenen Durchschnitten eine bedeutende Zahl mässig starker, jedoch mit blossem Auge nicht sichtbarer Bündel, die durch ihre verhältnissmässige Dicke und den Durchmesser ihrer Fasern von 2,6—4,5 μ von den hier ganz verfeinerten und in Geflechte aufgelösten Fasern der Hirnstiele sich unterschieden. Es ergab sich

leicht, dass alle diese Bündel von der Markmasse der Hemisphären kommen und nachdem sie, wie es scheint, an der Grenze der Streifenhügelkerne auf eine gewisse Strecke der Oberfläche entlang gelaufen sind, in dieselben eintreten. Manche dieser Fasern setzen auch einfach aus der Markmasse der Hemisphären in die Ganglien hinein und kreuzen sich auf diesem Wege unter rechtem Winkel mit den ersteren Fasern. Diese Fasern gehen bündelweise mehr weniger tief in die graue Substanz der Kerne, beim Linsenkerne in das dritte Glied hinein und entziehen sich dann unter Schlingenbildung der weiteren Verfolgung (Mikr. Anat. II, 1. 1850 S. 470 u. alle Aufl. m. Gewebelehre).

4. In neuester Zeit hat *Marinesco* bei Experimenten, die im Laboratorium von *Munk* angestellt wurden, folgendes gefunden: Bei Affen und Hunden, denen der Stirnlappen ganz oder theilweise entfernt worden war, wurden in allen Fällen im Streifenhügel und vor allem im *Nucleus caudatus* sehr dünne Bündel gefunden, die entartete Fasern enthielten. Diese Bündel treten vor dem vorderen Segmente der inneren Kapsel in den *Nucleus caudatus* ein und verlieren sich zum Theil in demselben, zum Theil gehen sie durch denselben hindurch, was vor allem von solchen gilt, die an der Oberfläche des genannten Kernes verlaufen. Hieraus folgerte *Marinesco*, dass es eine Rinden-Streifenhügelbahn, speziell Beziehungen zwischen dem Stirnlappen und dem *Corpus striatum* giebt. Ferner hält er dafür, dass diese Bahn eine Associationsbahn sei und beruft sich für die Annahme einer Synergie beider Theile auf Versuche von *Nothnagel* und *Munk* (Ueber die Funktionen der *Corpora striata* in Sitzungsbericht. des Internat. Med. Kongresses in Kopenhagen, 1886). (Compt. rend. de la Soc. de Biologie, 2. Févr. 1895.)

Fl
Cc
Sp
Ce
Nl
Ci
Cf
Ca
Tr.ol
Strt
O

Fig. 711.

Bei Säugern ist die Beziehung des Streifenhügels zu den Hemisphären bei den meisten eine viel innigere als beim Menschen, und verweise ich zum Belege auf die Fig. 711, in welcher der Linsenkern von einer Unmasse von Fasern durchzogen wird, die von dem Hirnstiele abstammend in die Hemisphären eintreten, wie dies auch *Ganser* beim Maulwurfe dargestellt hat. Dasselbe sahen schon *Stieda* und *Forel*.

Fig. 711. Frontalschnitt durch das Gehirn der Maus in der Gegend der *Commissura anterior*. 10:1. *Ca Commissura anterior*; *Cc* Balken; *Ce Capsula externa* und seitliche Ausstrahlung der vorderen Kommissur; *Cf Columna fornicis*; *Ci Capsula interna*; *Fl Fibrae longitudinales dorsales*, dorsales Längsbündel; *Nl* Ausstrahlung der *Capsula interna* durch den Streifenhügel *Nl*; *O Chiasma nervi optici*; *Sp Septum pellucidum* und *Psalterium*; *Strt Stria terminalis* mit Uebergang in die vordere Kommissur; *Tr.o.l Tractus olfactorius lateralis*.

§ 173.

Streifenhügel. Feinerer Bau.

Die Elemente des *Corpus striatum* sind bei Thieren leicht zu verfolgen und ergeben *Golgi*'sche Präparate sowohl über die Zellen, als über die Nervenfasern eine Reihe ganz bestimmter Aufschlüsse. Die ersten genaueren Angaben über diese Verhältnisse rühren von *Marchi* her (Riv. sperim. di freniatria t. XII, pag. 285, 1887), der diese Ganglien an *Golgi*'schen Präparaten (bei vielen Geschöpfen, Menschen, Affen, Hunden, Katzen, Kaninchen, Meerschweinchen, Maulwurf, Fledermaus, Schaf und Schwein) untersuchte. Die Zellen sind polygonal, dreieckig oder spindelförmig, 20—50 μ gross und mit ihrer Längsachse sehr verschieden gestellt, so dass dieselbe sehr oft diejenige der Nervenfaserbündel schneidet. Von den Dendriten dieser Zellen meldet *Marchi* nichts, als dass dieselben zahlreich seien, doch geht aus seinen Abbildungen (Taf. III—IV) hervor, dass dieselben eher spärlich und nicht reichlich verästelt sind; ferner werden diese Fortsätze als ganz glatt gezeichnet. Die nervösen Fortsätze folgen z. Th. dem I., z. Th. dem II. Typus. Von den letzteren Zellen bietet die Tafel II ein schönes Beispiel (von welchem Geschöpfe ist nicht gesagt) und bemerkt *Marchi*, dass im Allgemeinen im *Corpus striatum* die Zellen des I. Typus vorwiegen, so jedoch, dass die Zellen des II. Typus im Linsenkerne mehr vertreten seien, als im *Nucleus caudatus*. Von den Zellen des I. Typus werden auf Tafel IV viele mit spärlich verästelten Dendriten dargestellt, deren nervöser Fortsatz zahlreiche, z. Th. verästelte Collateralen besass und häufig unregelmässig dahinzog, z. Th. aber auch mit Fasern der *Capsula externa* cerebralwärts, z. Th. in der *Capsula interna* gegen den Hirnstiel verlief.

In Betreff der Nervenfasern im Streifenhügel und ihres speziellen Verhaltens finden sich bei *Marchi* keinerlei genauere Angaben, doch bildet er auf seiner Tafel V eine gewisse Zahl feinerer Nervenfasern ab, die, sich verästelnd, zwischen den Zellen enden, ohne zu sagen, woher dieselben stammen und ob dieselben centripetale oder centrifugale *Neurodendren* darstellen.

Weiter wurde dann von *mir* beim Anatomenkongresse in Strassburg mitgetheilt, dass unter den Fasern, welche aus dem Hirnstiele in den Linsenkern eindringen, eine grosse Zahl solcher sich finden, welche in diesem Ganglion mit freien Enden auslaufen und richtete ich an *Edinger*, der eben über seine Streifenhügel-Thalamusbahn gesprochen hatte, die Frage, wie er diese Faserabtheilung auffasse. Vor Kurzem hat nun auch *S. Ramón* über den feineren Bau des *Corpus striatum* der neugeborenen und erwachsenen Ratte, der weissen Maus, des Kaninchens von acht Tagen und des neugeborenen Hundes sich geäussert (Anales de la sociedad esp. de hist. natural, 2. Serie Tom. III; Alg. contrib. al conocimento de los ganglios del encefalo. Madrid 1894 und Bibliographie anatomique Nr. 2 mars-avril 1895). Die Resultate, zu denen derselbe gelangte, sind folgende:

1. Die Faserbündel, die von der Rinde bis zum Hirnstiele der neugeborenen Ratte im Zusammenhange sich verfolgen lassen, bestehen aus feineren und gröberen Fasern, die eine gewisse Zahl Collateralen abgeben, doch endet

keine dieser Fasern im Streifenhügel, sondern zieht einfach durch denselben hindurch.

2. Beim acht Tage alten Kaninchen kommen dagegen eine gewisse Zahl starker centripetaler oder aufsteigender Fasern vor, die in den vorhin erwähnten Faserbündeln verlaufend von denselben sich abzweigen und mit sehr ausgebreiteten Verästelungen im Streifenhügel enden (Fig. I a). Diese Fasern haben einen Verlauf bis zu 1 mm Länge, ziehen oft schief und quer und geben sehr reich verzweigte und lange Aeste ab.

3. Die Zellen des *Corpus striatum* sind sternförmig oder dreieckig, spindel- und eiförmig mit zwei oder meist mehr verästelten Dendriten, die alle durch einen Besatz von Dornen oder Warzen ausgezeichnet sind. Dieselben gehören dem I. und II. Typus von *Golgi* an, und zwar kommen die ersteren besonders in den tieferen Gegenden gegen den Hirnstiel vor, die anderen mehr in den oberflächlichen, dem Balken näheren Regionen.

4. Die Zellen des II. Typus zeigen zwei Varietäten: a) grosse Zellen mit mächtigen dornigen Dendriten und einem sehr reich und weit verzweigten starken *Neuraxon* und b) kleine Elemente mit mässigen Verzweigungen der beiderlei Ausläufer (Fig. I, *B*, *C*).

5. Die Zellen des I. Typus sind ziemlich gross und der Form nach von den anderen nicht abweichend. Ihr *Neuraxon* schliesst sich nicht direkt den durchtretenden Faserbündeln in absteigender Richtung an und giebt viele Seitenäste ab, bevor dies geschieht. Auch theilt es sich in einzelnen Fällen bei diesem Anschlusse in einen feineren aufsteigenden und einen gröberen absteigenden Fortsatz. Beim Kaninchen und der Katze sind diese Zellen schwer nachzuweisen (Fig. I *ef* ein *Neuraxon* ohne Zelle), bei der neugeborenen Maus dagegen sieht man dieselben oft mit Leichtigkeit.

S. Ramón schliesst mit der Bemerkung, dass der Streifenhügel der Säuger, dem Hauptganglion des Vorderhirnes der niederen Wirbelthiere (Stammganglion *Edinger*) entspreche, indem er, wie dieses 1. Fasern enthalte, die in ihm entspringen und in den Hirnstiel sich begeben und 2. centripetale, wahrscheinlich sensible Ramifikationen. Dazu kommen aber noch als neues Element in der Hirnrinde entspringende, durchtretende Fasern, die dem Streifenhügel Collateralen abgeben. Alle diese Elemente besitzen eine Myelinscheide mit Ausnahme der Axonen der Zellen des II. Typus und der Collateralen.

Meine eigenen Untersuchungen beziehen sich auf den Menschen, die Katze, das Kaninchen und die Maus und erwähne ich zuerst die Zellen. Beim Menschen finde ich im *Putamen* eine ganz eigene Zellenform (Fig. 712), die durch relativ kleine, schlanke Zellenkörper und spärliche Dendriten von kolossaler Länge sich auszeichnet. Die Zellenkörper sind meist spindelförmig oder dreieckig, 36—54 μ, selbst 64 μ lang, meist mit 3—4, auch wohl 5 Hauptdendritenstämmen, die kaum unter 0,2—0,6 mm Länge besitzen, aber auch 0,9—1,0 mm und darüber erreichen können. Trotz dieser grossen Länge sind diese Dendriten meist nur 2—3 mal unter spitzen Winkeln gabelig getheilt und enden einfach verfeinert mit einigen Endtheilungen. Die grosse Mehrzahl dieser Dendriten ist glatt ohne dornigen Besatz, doch kommen schwache Andeutungen von solchen manchmal an den letzten Enden derselben vor. Hie

und da finden sich an dickeren und dünnen Stämmen Andeutungen von Varikositäten.

Die *Neuraxonen* dieser Zellen sind leicht nachzuweisen, jedoch meistens nur kurz erhalten. Trifft man dieselben etwas länger, so laufen sie sehr fein aus und zeigen selten eine Collaterale.

Das Vorkommen der langen Strahlenzellen ist auf das *Putamen* beschränkt und finden sich dieselben hier entweder als langgestreckte Gebilde, indem die Dendriten alle wesentlich in Einer Achse verlaufen, oder als strahlenförmig ausgebreitete Körper. Im ersteren Falle kreuzen die Zellen den Verlauf der Nervenfaserbündel und nehmen dieselben wie in die Maschen auf, die sie untereinander begrenzen, während im letzteren Falle die Dendriten mehr unregelmässig durch die Faserbündel verlaufen. In gewissen Fällen verlaufen auch die Zellen in den Zwischenräumen der Faserbündel und denselben parallel.

Im *Globus pallidus* des Linsenkernes sind die Zellen ganz anders beschaffen als im *Putamen*. Meist klein, mit Körpern von 20—30 μ, hie und da aber auch grösser bis zu 40—50 μ, sind dieselben mit vielen Dendriten versehen, alle multipolar und mit kurzen, reich verzweigten Aesten, so dass die Zellen im Gesammthabitus mehr den Buschzellen des Sehhügels gleichen. Doch sind dieselben viel unregelmässiger, mit sehr verschieden dicken Dendriten und einer Verästelung, die keinen bestimmten Plan erkennen lässt. An den *Neuraxonen* war in gewissen Fällen der zweite *Golgi*sche Typus zu erkennen, doch gelang es nur sehr schwer, Beobachtungen über denselben zu machen, da diese Zellen sich nicht leicht färbten und nur selten in einem dichten Gewirre von Gliaelementen zu erkennen und in ihren Ausläufern zu verfolgen waren.

Fig. 712.

Der *Nucleus caudatus* des Menschen enthält eine Zellenform, die mit keiner derjenigen des Linsenkernes genau übereinstimmt, jedoch eher an die des *Globus pallidus*, als an die des *Putamen* sich anschliesst. Im Allgemeinen

Fig. 712. Zellen aus dem *Putamen* des Menschen bei Syst. III, Oc. III, kurz. Tubus gezeichnet und um 1/3 verkleinert; *n Neuraxon*.

sind die Zellen hier zierlich sternförmig, mittelgross, mit zahlreichen verästelten Dendriten, die an meinen Präparaten alle mit kleinen Dornen besetzt waren. Neben diesen Formen finden sich aber auch langgestreckte Elemente, die an die des *Putamen* erinnern, in Gegenden, die nicht genauer sich bestimmen liessen. Die *Neuraxonen* liessen sich in keinem Falle weiter verfolgen, schienen jedoch wesentlich dem ersten Typus anzugehören.

In Betreff des Faserverlaufes im Streifenhügel des Menschen gelang es mir nicht, bei Embryonen bestimmte Beobachtungen zu machen und gründet

Fig. 713.

sich Alles, was ich in dieser Beziehung beibringen kann, auf das, was *Weigert*'sche und andere, nach älteren Methoden angefertigte Präparate lehren. Dieselben ergeben, wie schon oben hervorgehoben wurde: 1. dass die grosse Mehrzahl der Fasern, die aus dem Hirnstiele und der *Capsula interna* in den Linsenkern und den geschwänzten Kern hineingehen, in diesen Kernen ihr Ende erreichen und nicht aus denselben herausgehen, sei es, dass sie in denselben von Zellen

Fig. 713. Zwei Zellen des *Nucleus caudatus* des Menschen bei Syst. VII, Oc. I, kurz. Tubus gezeichnet und um 1/3 verkleinert. *n Neuraxon.*

entspringen oder als centripetale Elemente enden, 2. dass aber auch eine gewisse Zahl von Fasern aus der Markmasse der Hemisphären in diese Ganglien eintritt und dieselben entweder nur durchläuft oder in ihnen endet. Bestimmteres ergeben die Untersuchungen an Säugern, zu denen ich jetzt übergehe.

Bei der Katze enthält der Linsenkern viele ausgezeichnet zierliche Zellen von *Golgi's* zweitem Typus, von denen die Fig. 714 von einem jungen

Fig. 714.

Thiere ein besonders gutes Beispiel wiedergiebt. Diese Elemente haben einen meist polygonalen, auch wohl spindelförmigen Zellenkörper, von dem eine grosse Zahl, 6—8, und mehr Dendriten ausgehen, die alle durch ihren unregelmässigen, winkeligen Verlauf sich auszeichnen, reich verästelt sind und an ihren Aestchen

Fig. 714. Eine Zelle von *Golgi's* II. Typus aus dem Linsenkerne einer jungen Katze, gezeichnet bei Ocul. I, Syst. VII, kurz. Tub. und um 1/3 verkleinert. *Axon* roth.

mit mehr weniger zahlreichen kurzen Nebenästchen oder Zweigelchen besetzt sind, auch nicht selten Varikositäten darbieten. So gewinnen diese Zellen etwas Eigenthümliches, Sparriges, Unregelmässiges. Die *Neuraxonen* zeigen einen ähnlichen Verbreitungstypus, nur dass ihre Aeste viel länger sind.

Neben diesen Zellen des II. Typus, die besonders in den dem Hirnstiele näheren Theilen des Linsenkernes vorzukommen scheinen, zeigten sich im *N. lentiformis* und im *N. caudatus* auch viele Zellen des I. Typus, die bei dem Thiere, von dem die Fig. 714 stammt, ganz dieselbe Form besassen, wie die Zellen des II. Typus, nur dass ihre Dendriten manchmal weniger zahlreich waren.

Bei einer erwachsenen Katze waren im Linsenkerne und im geschwänzten Kerne die Zellen alle gleich, einfach sternförmig mit regelmässig verästelten Ausläufern, die alle das schon oft beschriebene dornige Aussehen darboten. Diesem zufolge muss wohl die Zellenform der Fig. 714 als eine mehr jugendliche angesehen werden.

In Betreff des Faserverlaufes im Streifenhügel ergab sich bei der jungen Katze erstens, dass viele Fasern des Hirnstieles den Linsenkern in kompakten Bündeln durchsetzen und in das Mark der Hemisphären eindringen und zweitens, dass ausser diesen Elementen viele mittelstarke Fasern centripetal zwischen die Zellen dieses Kernes eindringen und mit vielen Zweigelchen um dieselben enden. An den durchsetzenden Fasern fanden sich auch in geringer Anzahl Collateralen.

Das Kaninchen zeigte mit Bezug auf die Zellen nichts Auffallendes: dieselben waren alle sternförmig mit reicher Verästelung der Dendriten und Dornenbesatz derselben. Die *Neuraxonen* folgten z. Th. dem ersten, z. Th. dem zweiten Typus, waren jedoch, selbst bei jungen Geschöpfen, namentlich beim ersten Typus nicht leicht auf grössere Strecken nachzuweisen.

Die Nervenfasern boten ausser den schon bei der Katze erwähnten Kategorien noch eine dritte Art dar, nämlich centrifugal von der Rinde her in den Streifenhügel eindringende Fasern, die in demselben ihr Ende erreichen. Da, wie ich gleich bemerken will, solche Fasern, die *Ramón* nicht erwähnt, auch bei der Maus gesehen wurden und hier besonders leicht zur Beobachtung kommen, so handelt es sich hier um eine Thatsache von Bedeutung, die wohl auch bei anderen Säugern gefunden werden wird. Die Fasern, von denen die Rede ist, sind mittelstarke und stärkere, ähnlich den centripetalen Elementen im Linsenkerne, mit weit sich erstreckenden Aesten und z. Th. reichen Endbäumchen.

Beim Kaninchen ist das feine Fasergeflecht, das zwischen den Hauptbündeln, die den Linsenkern durchziehen, sich findet, ungemein entwickelt und füllt die Zwischenräume zwischen den Faserbündeln und Zellen so vollständig aus, dass es bei guter Färbung desselben, selbst an feinen Schnitten, nicht möglich ist, die einzelnen Bestandtheile zu unterscheiden. Die Abbildung von *Ramón* (Fig. 1) giebt von diesem Geflechte nur eine schwache Vorstellung, da dieselbe nur die Bestimmung hat, die Hauptbestandtheile desselben wiederzugeben.

Ausser der Katze und dem Kaninchen habe ich von Säugern auch noch junge Mäuse von der Geburt an bis zum sechsten Tage auf den feinsten Bau

des Streifenhügels untersucht. Diese kleinen Gehirne (s. Fig. 709) ergeben sich an Frontalschnitten vor allen anderen als besonders geeignet, um die gesammte Ausstrahlung des Hirnstieles durch den Streifenhügel hindurch bis in die Rinde zu übersehen und sich zu überzeugen, dass eine sehr bedeutende Anzahl von Fasern einfach den Streifenhügel durchsetzt und in die Hemisphäre eingeht. Von diesen Fasern, die theils von den Pyramidenzellen aus centrifugal verlaufen, theils centripetal in der Rinde enden, sind drei andere Kategorien wohl zu unterscheiden, 1. von den Zellen des Streifenhügels entspringende centrifugal verlaufende Elemente; 2. vom Hirnstiele aus centripetal im Streifenhügel endende Fasern und 3. von der Rinde aus centrifugal in demselben Körper sich verästelnde *Neurodendren*.

§ 174.

Faserverlauf im Streifenhügel.

Der schon vor vielen Jahren von mir ausgesprochene Satz, dass im Streifenhügel eine sehr grosse Zahl von Fasern der Hirnstiele entspringen oder endigen, zu dem ich damals auf Grund der Untersuchung des Faserverlaufs an Schnitten gelangt war (s. § 172), wird, wie sich nun auch durch *Ramón*'s und meine neuesten Untersuchungen ergiebt, auch durch die *Golgi*'sche Methode bestätigt und im Einzelnen genauer bekräftigt, als es früher möglich war und lassen sich nun als Gesammtresultat folgende Sätze aufstellen.

1. Im *Putamen* und *Nucleus caudatus* entspringen beim Menschen und bei Thieren von den Zellen derselben zahlreiche Fasern, die in den Hirnstiel übertreten. Diese Fasern verlaufen aus dem *Putamen* durch die Glieder des *Globus pallidus* hindurch direkt in den Hirnstiel, wogegen die aus dem *Nucleus caudatus* stammenden Elemente zunächst in die *Capsula interna* übertreten und aus dieser dann einem guten Theile nach in die Markblätter des Linsenkernes einstrahlen, in denen sie mit den in diesem Kerne entspringenden Fasern unter rechten Winkeln sich kreuzen.

2. Durch den Linsenkern und den *Nucleus caudatus* verlaufen bei Säugern (Katze, Kaninchen, Maulwurf, Maus) eine grosse Zahl von Fasern, die in der grauen Hirnrinde aus Pyramidenzellen entspringen und ebenfalls dem Hirnstiele sich anschliessen. Ob solche Fasern auch beim Menschen vorkommen, ist vorläufig nicht zu bestimmen, da das Schicksal der in § 173 erwähnten, aus der Markmasse der Hemisphären in beide Abschnitte des Streifenhügels eingehenden Fasern noch nicht ermittelt ist.

3. Finden sich bei den genannten Thieren im Streifenhügel zweierlei centripetale Fasern und zwar a) solche, die in diesen Ganglien selbst um die Zellen herum enden und b) andere Elemente, die die betreffenden Ganglien nur durchsetzen und in der grauen Hirnrinde mit den bekannten reichen Verästelungen auslaufen.

Auch von diesen Elementen ist das Verhalten beim Menschen in Dunkel gehüllt, doch ist wohl als ganz sicher anzunehmen, dass wenigstens die Kategorie b) dieser centripetalen Fasern auch bei ihm sich findet. Zu diesen Fasern würde gehören einmal die sogenannte Haubenstrahlung von *Edinger* und die

Rindenschleife von *v. Monakow*, dann auch die Linsenkernschlinge. In Betreff der Rindenschleife verweise ich auf das auf Seite 594 Bemerkte, demzufolge wahrscheinlich ein Theil der Fasern der unteren Schleife im Sehhügel endet und von hier aus neue Bahnen in das grosse Gehirn ziehen, während ein anderer Theil möglicherweise direkt zur grauen Hirnrinde sich begiebt. Mit dieser eigentlichen Rindenschleife stimmt die Haubenstrahlung von *Edinger* überein, die nach diesem Autor im Parietallappen endet, möglicherweise in denselben Windungen, wie die Pyramidenbahnen. Von da gelangt diese Bahn in das hintere Drittheil der *Capsula interna*. Ein Theil dieser Haubenbahn zieht dann in und durch den Linsenkern (*Edinger* Fig. 60 S. 94), d. h. die Medullarblätter desselben, ein anderer Theil gelangt direkt durch die *Capsula interna* in die Schleife.

Auch in Betreff der Linsenkernschlinge und ihrer Beziehungen zum Linsenkerne, zum Thalamus und zur Rinde des Gehirns ist schon auf S. 592 das Wichtigste mitgetheilt worden, worauf ich hiermit verweise.

4. Endlich erwähne ich noch bisher nur von Säugern bekannte Fasern, welche von der grauen Hirnrinde abstammend um die Zellen des Streifenhügels enden.

Für die Ermittlung des Faserverlaufes im Streifenhügel haben sich in neuester Zeit vor allem auch vergleichend-anatomische Untersuchungen von *Edinger* als wichtig erwiesen (Deutsche med. Wochenschrift 1887 Nr. 26; Verh. der anat. Gesellschaft in Strassburg 1894 S. 53—60, 4 Abb. und Nervöse Centralorgane 4. Aufl. Fig. 61 S. 92—94). Im Jahre 1887 zeigte derselbe, dass bei allen Wirbelthieren aus dem *Corpus striatum*, das bei den Fischen, Amphibien und Reptilien den einzigen oder wenigstens den Hauptttheil des Vorderhirnes bildet, immer ein dickes Bündel, das basale Vorderhirnbündel, entspringt, das sich bald caudalwärts wendet und theils im Thalamus, theils weiter caudalwärts endet. Bei Säugethieren (untersucht wurden von *Goltz* operirte Hunde, denen theils der ganze Hirnmantel, theils auf einer Seite auch der Streifenhügel entfernt worden war) fand *Edinger* wesentlich dieselben Verhältnisse. Der Endschlusssatz, zu dem *Edinger* gelangt, lautet folgendermassen:

„Das Stammganglion der Vertebraten — bei Säugern getrennt im *Nucleus caudatus* und *lentiformis* — entsendet ein mächtiges Fasersystem, das basale Vorderhirnbündel, welches in den Ganglien des Zwischenhirnes endet. Die Kerne des *Thalamus* und der *Regio subthalamica* sind durch diese Faserung auf's Engste mit dem Vorderhirn verknüpft. Aus dem Stammganglion gelangen keine Fasern weiter caudalwärts als in die *Substantia nigra*.“ Mit diesem Satze ist nun aber, so wichtig derselbe auch ist, über die Funktion der Streifenhügel nicht das Geringste ausgesagt und findet sich auch bei *Edinger* keinerlei Andeutung nach dieser Seite. Ich erlaube mir in dieser Beziehung Folgendes zu näherer Erwägung vorzulegen:

Die centrifugal verlaufenden Fasern, die im Stammganglion entspringen, können nichts anderes als motorische sein, sei es, dass dieselben willkürlichen oder unwillkürlichen Bewegungen dienen. Beim Menschen und den Säugethieren, ja vielleicht bei allen höheren Wirbelthieren, die einen entwickelteren Hirnmantel besitzen, scheinen Willkürbewegungen nur vom Hirnmantel auszugehen. Dagegen

muss wohl, bei den Fischen wenigstens, denen eine Grosshirnrinde ganz fehlt, das Zustandekommen der willkürlichen Bewegungen an die Elemente des Stammganglions gebunden sein, in welcher Weise, werden weitere Untersuchungen nachzuweisen haben. Für die Säuger und den Menschen bleibt nichts anderes übrig, als den im Stammganglion entspringenden Fasern unwillkürliche centrifugale Aktionen beizumessen, die vermittelst der Kerne des *Thalamus* und der Zellenmassen der *Regio hypothalamica* bis zur *Substantia nigra* und vielleicht auch bis zu den Brückenkernen zum Ausdrucke gelangen könnten, bei welchen Erwägungen auch an das erinnert werden kann, was über motorische Leistungen der *Thalami* im § 169 S. 595 und folgende erwähnt wurde. Da solche unwillkürliche Bewegungen nicht ohne gewisse Anregungen zu Stande kommen könnten, so hätte man weiter anzunehmen, dass die Impulse, die zu denselben führen, von den centripetalen Fasern vermittelt werden, die nach meinen und *Ramóns* Beobachtungen in den Streifenhügeln in grosser Anzahl um die Zellen derselben herum enden, deren Herkunft sehr wahrscheinlich auf die mediale Schleife zurückzuführen ist.

Die vergleichend-anatomischen Untersuchungen von *S.* und *P. Ramón*, von *v. Gehuchten*, *C. Sala*, *Edinger*, *Rabl-Rückhard* u. A. über das Stammganglion der niederen Wirbelthiere finden sich weiter unten in den §§, die vom Hirnbau dieser Geschöpfe handeln, ausführlich mitgetheilt. — Ich erwähne hier noch ein Faserbündel, welches den Streifenhügel mit der grauen Rinde verbindet, das nach *H. Sachs* (Vorträge über den Bau und die Thätigkeit des Grosshirns etc. Breslau 1893, S. 78, Fig. 50 bis 56 *f a c*) die Associationsfasern beider Hirntheile enthält und *Fasciculus nuclei caudati* genannt wird. Dieses Bündel begleitet den Schwanzkern längs seines ganzen lateralen Randes ventral vom Balken und bildet die laterale Wand des Seitenventrikels. Der Querschnitt dieses longitudinal verlaufenden Bündels verkleinert sich nach hinten so, dass dasselbe am absteigenden Stücke des Schwanzes nur noch andeutungsweise vorhanden ist. Mit einer dünn auslaufenden Schicht überzieht dieses Bündel als eine Art Kapsel auch die freie, in die Ventrikelhöhle sehende Oberfläche des Schwanzkernes und treten aus dem Bündel fortwährend Fasern in die Massen des *Nucleus caudatus* hinein, um sich in das feine Fasergeflecht desselben aufzulösen. Es scheint nach *Sachs*, dass die Fasern des *Fasciculus nuclei caudati* aus der gesammten Rinde des Stirn- und Scheitellappens und der Insel entspringen.

Die von *Sachs* beschriebenen Fasern (siehe auch Fig. 718 *FNc*) stimmen offenbar mit den von mir schon vor Jahren aufgefundenen und in § 173 erwähnten Faserkategorien a) und c) überein, mit anderen Worten bilden sie einen Theil derselben und bin auch ich, wie man aus früherem weiss, mit der Deutung derselben als Associationsfasern vollkommen einverstanden.

§ 175.

Stria terminalis.

Mit dem Namen *Stria terminalis*, s. *cornea*, s. *Taenia semicircularis* bezeichnet man einen bandartigen Streifen von weisser Substanz, der zwischen Sehhügel und *Nucleus caudatus* oberflächlich gelegen, beim Menschen die *Vena corporis striati* enthält und durch eine Verdickung des *Ependyms* ein eigenthümlich gelbliches Aussehen und eine grössere Festigkeit (daher der Name *Stria cornea*) gewinnt. Vorn verliert sich diese *Stria* in dem dem Vorderhorne zugewandten Abhange der beiden Ganglienmassen, ohne dass sich ohne weiteres sagen liesse wie; nach hinten dagegen folgt die *Stria* der *Cauda nuclei caudati* in das Unterhorn bis zum Ende desselben, liegt medianwärts davon genau an

der Stelle, wo das Adergeflecht mit der Decke des Unterhorns sich verbindet, was insofern Beachtung verdient, als an der dorsalen Seite des Sehhügels die *Stria terminalis* frei im Seitenventrikel ihre Lage hat.

Das genaue Verhalten der *Stria terminalis* beschreibe ich in erster Linie vom Kaninchen, bei dem mir dasselbe am genauesten bekannt ist. Dieselbe ist in ihren mittleren Theilen an der dorsalen Seite 1,8 mm breit und 0,12 bis 0,14 mm dick und liegt beim Kaninchen zum Theil innerhalb, zum Theil ausserhalb des Seitenventrikels. Die grosse Breite der *Stria* hängt hier, wie die Fig. 668 dies darthut, mit der grossen Entwickelung der Furche zwischen dem *Nucleus caudatus* und dem Sehhügel zusammen, die die mächtige *Fimbria* des Ammonhornes aufnimmt. Verfolgt man die *Stria* von diesem Schnitte Nr. 155a nach vorne zu, so findet man bis zum Schnitte 138b keine weitere Veränderung, nur dass die *Stria* allmählich bis auf 2,7 mm sich verbreitert und ihre Fasern sich mehr schief medianwärts stellen. Nach und nach wenden sich nun die Striafasern zwischen der medialen Seite der *Capsula interna* und dem letzten Sehhügelreste ventralwärts (Schnitt 135a), erreichen im Schnitte 132 die Höhe der vorderen Kommissur und ziehen hinter dem Mittelstücke derselben mit ihren lateralsten Fasern dicht an der *Capsula interna* zur Hirnbasis herab, um sich da in einem grossen, nicht scharf umschriebenen Kerne zu verlieren, den ich als Basalkern von *Ganser* anspreche. Das Faserbündel der *Stria* kommt an diesen Schnitten wie aus der medialen Ecke des *Nucleus caudatus* hervor (Schnitt 132) und misst in der Dicke nun erheblich mehr als früher, nämlich 0,30—0,36 mm. Sowie nun die *Commissura anterior* in ihrer ganzen Breite auftritt, ergiebt sich ein neues Verhalten, das zuerst im Schnitte 129 sich zeigt und bis zu den Schnitten 125 sich deutlich erhält (Fig. 715), das nämlich, dass ausser den Fasern der *Stria* zum Basalkerne auch noch ein deutliches Bündel derselben, dessen Breite ich in maximo auf 0,10—0,12 mm bestimmte, in die Kommissur übergeht, derselben lateralwärts von den *Columnae fornicis* sich anschliesst und im dorsalsten und vordersten Theile derselben verläuft. In den Gegenden, wo dieses Kommissurenbündel da ist, besteht die *Stria terminalis* aus drei Abschnitten. Der laterale Theil *(Strt'')* grenzt an die *Capsula interna* an und geht hinter der Kommissur, wie schon erwähnt, in das Basalganglion über, der mittlere *(Strt')* ist das Kommissurenbündel und der dritte mediale gegen das *Cornu anterius* und die verschmolzenen Fimbrien, sowie gegen die *Columnae fornicis* gerichtete, zeigte in meinen Schnitten meist nur in seinem lateralen Theile deutliche markhaltige Fasern und wurde gegen die Fornixsäulchen zu ungemein blass. Immerhin glaube ich in einigen Präparaten mit Bestimmtheit gesehen zu haben, dass dessen Fasern sich den Säulchen anschliessen (s. auch Fig. 711). Da wo die vordere Kommissur mit ihrem Mittelstücke verschwindet, erhält sich schliesslich im Schnitte 114 nur ein schmaler, 0,070—0,090 mm breiter Streifen der *Stria terminalis* in dem lateralen, tiefsten Theile der Wand des Vorderhornes, der an der medialen Seite des Querschnittes der *Pars olfactoria* der vorderen Kommissur, wie schon früher Theile der *Stria*, in das Basalganglion ausstrahlt und hierbei an der lateralen Seite der Fasern des *Septum pellucidum* seine Lage hat, die weiter medianwärts bogenförmig zu demselben Kerne ziehen. In dieser Lage findet sich auch in den Präparaten 103 a und b der letzte schwache Rest der *Stria terminalis* im tiefsten Theile des Vorderhornes.

Wenden wir uns zum hinteren Ende der *Stria terminalis* des Kaninchens, so finden wir die ersten Andeutungen desselben in einem kleinen Faserquerschnitte, den die Fig. 669 (vom Schnitte 150 und 149) unbezeichnet im *Lobus pyriformis* lateral vom *Tractus opticus* zeigt. Derselbe, von 0,45:0,26 mm Grösse, besteht vorwiegend aus Querschnitten feiner Nervenfasern, untermengt mit einigen Nervenzellen und kurzen Abschnitten von in der Längsansicht sichtbaren Fäserchen.

Geht man weiter rückwärts, so stösst man bereits im Schnitte 153 auf ein Faserbündel, das zu dem genannten Querschnitte tritt und in der Fig. 668 vom Schnitte 155 a und b ist dieser Zug äusserst deutlich, wenn auch unbezeichnet, ebenso in den Schnitten 156 a und b und 157. Weiter verschwindet

Fig. 715.

dann, vom Schnitte 158 an, der Querschnitt, zu dem das beschriebene Faserbündel verlief und das Faserbündel selbst verkürzt sich und ist am Ende nur noch dicht am lateralsten Theile des *Tractus opticus* wahrnehmbar. Hier geht nun aber vom Schnitte 159 an eine bemerkenswerthe Aenderung mit demselben

Fig. 715. Ventraler Theil eines Frontalschnittes des Gehirns eines Kaninchens. 8 : 1. Nr. 125 b. *Bg* Basalganglion; *Ca Commissura anterior*, blasser Abschnitt; *Ca*[1] *Commissura anterior*, dunkler Theil; *Ce Capsula externa* mit der *Commissura anterior* zusammenhängend; *Cf Columnae fornicis*; *Ci Capsula interna*; *Nc Nucleus caudatus*; *Nl Nucleus lenticularis*; *Ps Psalterium; Sp* aus dem *Septum pellucidum* stammende Bogenfasern; *Strt* Gesammtbündel der *Stria terminalis* an der medialen Seite der *Capsula interna Ci* ventralwärts ziehend; *Strt*[1] Abschnitt der *Stria*, der zur Hirnbasis zum Basalganglion *Bg* herabzieht; *Strt*[2] Abschnitt derselben, der in die vordere Kommissur übergeht; *Trol Tractus olfactorius lateralis*; *Vl Ventriculus lateralis*.

vor, indem derselbe pinselförmig sich verbreitert und medial vom Linsenkerne in der *Capsula interna* sich verliert (Fig. 667 das dreieckige Feld, lateral vom *Tractus opticus*). Während diese Veränderungen statt haben, gewinnt auch die *Stria terminalis* in der Furche zwischen beiden grossen Hirnganglien ein neues Ansehen und besteht nun statt aus quergetroffenen Fasern aus schief

Fig. 716.

und meist senkrecht gerichteten Elementen (Fig. 667). Vom Schnitte 160 und 161 an werden diese Veränderungen und Verhältnisse immer deutlicher und im

Fig. 716. Frontalschnitt durch den ventralen Theil des Gehirns des Kaninchens in der Gegend des *Thalamus opticus*, 8 mal vergr. Schnitt Nr. 164 b. *CA Cornu Ammonis*; *CA*[1] ventraler vorderer Theil desselben; *Ce Capsula externa*; *Cf Columnae fornicis*; *Cgl Corpus geniculatum laterale* mit zwei Abschnitten; *F Fimbria*; *Fm Fasciculus thalamo-mammillaris*; *NA Nucleus Amygdalae*; *Nc Nucleus caudatus*, darüber der Seitenventrikel; *Ncgr Nucleus centralis griseus thalami*; *Nd Nucleus dorsalis thalami*; *Nlat Nucleus lateralis thalami*; *Strm Stria medullaris thalami*; *Strt Stria terminalis* in eine Fasermasse *Strt*[1] übergehend, die in der lateralen Wand des Unterhornes *Cif* weiter verläuft und z. Th. im *Nucleus lenticularis* in beiden Abschnitten *Nl* und *Nl*[1] und in der grauen Masse *NA* endigt, die dem *Nucleus Amygdalae* des Menschen zu entsprechen scheint; *Tro Tractus opticus*, dorsalwärts davon der Hirnstiel; *Trol Tractus olfactorius lateralis*; V^3 *Ventriculus III.*

Schnitte 162 ist nun auf einer Seite die Verbindung der ventralen Faserung mit der *Stria terminalis* vollkommen zu Stande gekommen, während dieselbe auf der anderen Seite im Begriffe ist, sich zu vollziehen. Ist der Gesammtzug der *Stria terminalis* einmal zu Tage getreten, so erhält sich derselbe in vielen Schnitten von Nr. 162 bis Nr. 184 und noch weiter bis zum Ende des Unterhorns. Doch erleidet derselbe hierbei namhafte Veränderungen, die am besten aus den Figuren 716 und 717 hervorgehen. Genauer bezeichnet nimmt die Masse der *Stria* je länger um so mehr ab und bleibt schliesslich von derselben nur ein kleiner Rest an der lateralen Seite des ventralsten Theiles des Unterhornes. Es schwinden nämlich in ihrem Verlauf in der Wand des Unterhornes die Fasern der *Stria* immer mehr und lassen sich mit Sicherheit folgende Einstrahlungen unterscheiden.

1. In die graue Substanz an der Spitze des Unterhornes, wo die *Stria* eine hakenförmige Umbiegung gegen das Ammonhorn macht.

2. In den Linsenkern, in welchen sehr deutliche laterale Ausläufer der *Stria* eintreten.

3. In den *Nucleus amygdalae* an der ventralen Seite des Linsenkernes, an der medialen Seite der *Capsula externa*.

4. In die *Capsula interna*? Solche Verbindungen waren namentlich in der Fig. 716 da, indem die lateralsten Fasern der *Stria* direkt in die *Capsula interna* eintraten. Da jedoch diese Fasern in ihrem weiteren Verlaufe nicht zu verfolgen waren, so wage ich nicht, dieselben mit Bestimmtheit in dem angegebenen Sinne zu deuten.

Fig. 717.

So viel über die *Stria terminalis* des Kaninchens im Einzelnen. Ueberblicken wir den Gesammtverlauf derselben, so ergiebt sich mit Wahrscheinlichkeit folgendes Verhalten: Die *Stria* entspringt im Linsenkerne, im *Nucleus*

Fig. 717. Von einem Frontalschnitte wie in Fig. 716 die ventralen lateralen Theile, 7 Schnitte weiter hinten. 8 : 1. Nr. 168a. *CA Cornu Ammonis*; *Ce Capsula externa*; *Ci Capsula interna*; *Cif Cornu inferius* mit dem *Plch Plexus chorioideus lateralis*; *L Limbus cornu Ammonis* s. *Fimbria*; L^1 Verbindung der *Limbus* mit dem ventralen Theile des Ammonshornes *CA*; *NA Nucleus amygdalae*; *Nl Nucleus lenticularis*, dorsaler lateraler Abschnitt; Nl^1 *Nucleus lenticularis*, ventraler Abschnitt; *Pp* Hirnstiel; *Strt* Rest der *Stria terminalis* an der lateralen Wand des Vorderhorns: $Strt^1$ Endigung der *Stria* im *Nucleus amygdala*; *Tro Tractus opticus*. Der *Tractus olfactorius lateralis* ist in dieser Figur nicht bezeichnet und verhält sich wie in Fig. 716.

amygdalae von Ganser (Fig. 716, 717 *Nl*[1]), den ich wie Honegger als Theil des Linsenkernes betrachte und in der grauen Substanz der Spitze des Unterhornes, welche Gegend dem sogenannten Mandelkerne des Menschen entspricht (Fig. 716, 717 *Na*). In allen diesen Gegenden findet man an Golgipräparaten Zellen vom Charakter derjenigen des Linsenkernes, von denen viele dem I. Typus von Golgi angehören und die ich als Ursprungszellen der Fasern der *Stria terminalis* anspreche. Diese Ursprünge der *Stria* erscheinen in toto aufgefasst als ein relativ dünnes Faserblatt, welches beim Kaninchen vom Schnitte 150 bis zum Schnitte 170 reicht, mithin sehr ausgebreitet ist. Die vordersten Schnitte 150 zeigen die *Stria* als ein longitudinal verlaufendes Faserbündel im tiefsten Theile des *Lobus pyriformis* (Fig. 668). Hierauf tritt dieselbe im Schnitte 155 als ein dorsoventral verlaufendes schwächeres Faserbündel auf (Fig. 667), welches dann stärker werdend auf die laterale Wand des Unterhornes übergeht (Fig. 716), in dieser anfänglich eine grosse Faserung darstellt, die bis zum *Nucleus caudatus* heraufreicht und da horizontal sich umbiegt; dann scheidet sich die *Stria* in ein dorsales und ein ventrales Stück (Fig. 717), welches letztere im Schnitte 170 nur noch im tiefsten Theile des Unterhornes zu finden ist und dann sich verliert. In toto würde somit die ventrale Ausbreitung der *Stria terminalis* die Form eines nach der vorderen Seite hakenförmig gekrümmten Fächers haben, dessen mittlerer Theil oder Stiel mit dem dorsalen Theile der *Stria* zusammenhängt. In ihrem Verlaufe zwischen Seh- und Streifenhügel nimmt die *Stria* keine neuen Elemente auf und geht in wesentlich gleicher Breite bis zum Anfange des Vorderhornes, um dann hier theils in die *Commissura anterior*, theils in Zellenmassen der Hirnbasis vor dem Chiasma sich zu verlieren, möglicherweise auch den *Columnae fornicis* aufsteigend sich anzuschliessen. Betrachten wir diese letzten Theile als Endigungen der *Stria*, so würden dieselben als Abschnitte der Geruchsleitung angesehen werden können und einmal zum Ammonshorn führen, andererseits zum Basalganglion, das ja ebenfalls mit dem Fornix in Verbindung steht. Und die Kommissurenfasern könnten eine Verbindung der beiden Centren der *Stria* herstellen.

Ausser beim Kaninchen habe ich auch bei der Maus Beobachtungen über die *Stria* angestellt und im Wesentlichen dasselbe gefunden wie bei dem Kaninchen (s. die Fig. 711, in welcher von der Maus das Bündel der *Stria* zur vorderen Kommissur dargestellt ist).

Ebenso bei der Katze, bei der der Abschnitt des Linsenkernes, den Ganser *Nucleus amygdalae* nennt, an Golgipräparaten besonders deutlich ist und an Frontalschnitten einen dreieckigen, ziemlich scharf begrenzten Kern ventral von den zwei Gliedern des Linsenkernes darstellt.

Ueber die *Stria terminalis* des Menschen ist schon viel geschrieben worden, aber wenig Genaues bekannt und fehlen ganz und gar Abbildungen derselben bei stärkeren Vergrösserungen. Die Fig. 718 stellt einen Frontalschnitt derselben bei vollentwickeltem Sehhügel aus der Gegend der *Corpora mammillaria* dar. Hier misst die *Stria* in der Breite 4,56 mm, ist jedoch nach der lateralen Seite nie so scharf begrenzt, dass sich genau sagen liesse, wie viele Theile zu derselben gehören. Meist findet sich ein aus mehreren Abschnitten bestehendes Hauptbündel unterhalb der *Vena corporis striati*, das

lateralwärts in eine Spitze sich auszieht. Ausserdem kommt aber auch in der Regel um die Vene herum eine dünne Lage von longitudinal verlaufenden Fasern vor, an welche dann ein dünner weisser Beleg des *Nucleus caudatus* sich anschliesst, von dem schon in § 173 die Rede war; sind mehrere Venenquerschnitte da, so haben dieselben meist auch einen Beleg von Nervenfasern. Eigenthümlich ist auch in gewissen Fällen das Vorkommen von grauer Substanz in der *Stria* und ist besonders häufig ein solcher Kern im lateralen Theile derselben vorhanden, der durch eine schmale, schief verlaufende weisse Brücke von der Hauptmasse des geschwänzten Kernes geschieden ist. Das vordere Ende der *Stria* zeigt wie beim Kaninchen absteigende Bündel, die z. Th. in die vordere Kommissur übergehen, zum Theil vor und hinter derselben zur Basis des Gehirns in die Gegend der *Substantia perforata antica* herabsteigen und hier enden. Verbindungen mit den Fornixsäulchen vermochte ich nicht aufzufinden.

Fig. 718.

Fig. 719.

Fig. 718. Ein Stückchen eines Frontalschnittes des Gehirns des Menschen. Nr. 84. bei S. I, Oc. I, kurz. Tubus eines *Leitz*. *Cc* Rand des *Corpus callosum*; *FNc Fasciculus nuclei caudati* (*Sachs*) an der Ecke des Seitenventrikels; *Nc Nucleus caudatus* mit Einstrahlungen von Fasern aus der *Capsula interna*; *Str.a.s. Stratum album superficiale*; *Strt Stria terminalis*; *Tho Thalamus*; *V Vena corporis striati.*

Fig. 719. Frontalschnitt durch die Gegend des Unterhornes des Menschen. 6 : 1. *A Alveus*; *CA Cornu Ammonis*; *Cgl Corpus geniculatum laterale*; *Fd Fascia dentata*; *Nc Cauda Nuclei caudati*; *Plch Plexus chorioideus* im Unterhorn ausgehend an der dorsalen Seite von der Gegend der *Stria terminalis* und an der ventralen Seite vom Rande der *Fimbria F*; *Strt Stria terminalis* an der Decke des Unterhornes.

Der Theil der *Stria terminalis* des Menschen, der in das Unterhorn herabsteigt, stellt ein 2,2 mm breites und 0,6 mm dickes Band von Querschnitten dar, das an der medialen Seite der *Cauda corporis striati* am Dache des Unterhornes seine Lage hat (Fig. 719). Während jedoch die *Cauda* frei liegt, befindet sich die *Stria terminalis* gerade da, wo das Ependym des Unterhornes auf die dorsale Seite des *Plexus chorioideus* übergeht.

Mit dieser Insertionslinie des Adergeflechts verläuft dann die *Stria terminalis* bis zur Spitze des Unterhorns und endet in der diese Spitze verschliessenden, dem *Gyrus uncinatus* angehörigen Masse, die den sogenannten Mandelkern birgt, ohne dass es mir bis jetzt gelungen wäre, das eigentliche Verhalten dieses Endes oder wohl besser gesagt Ursprunges beim Menschen genau zu ermitteln.

Mit dem Namen Mandelkern, *Amygdala* oder *Nucleus amygdalae* bezeichnet man seit *Burdach* eine dicke graue Masse unterhalb des vorderen Theiles des Linsenkerns, welche die Spitze des Unterhorns nach vorne begrenzt und als grosser, vor der Spitze des Ammonshorns gelegener Wulst in das Unterhorn vorspringt. An drei Seiten, medial, ventral und lateral, wird die graue Substanz dieser Anschwellung von weisser Substanz umgeben (*Schwalbe* Fig. 311, *Dejerine* Fig. 246—248, 283) und hängt nur an der dorsalen medialen Seite mit der Rinde der Spitze des Unterlappens zusammen. *Mondino* fand im Mandelkerne des Menschen Zellen von *Golgi*'s I. und vorwiegend solche des II. Typus, konnte dagegen von Beziehungen desselben zur *Stria terminalis* (*Krause*) oder zum *Tractus olfactorius* (*Löwe*) nichts wahrnehmen (Arch. per le scienze mediche Vol. IX, 1885, p. 117, Tav. II, Fig. 4).

Indem ich mit Bezug auf die ältere Litteratur über die *Stria terminalis* auf die sorgfältige Zusammenstellung von *Honegger* in seiner Fornixarbeit (S. 202—276) verweise, erwähne ich hier nur die neueren und neuesten Arbeiten, vor allem die grundlegenden von *Ganser* und *Honegger*.

Nach *Ganser*, dessen Angaben die ersten genauen sind, entsteht beim Maulwurfe die *Stria terminalis*, indem aus allen Theilen des Mandelkerns Fasern nach dem hinteren dorsalen Rande desselben konvergiren, wo sie sich zu einem kompakten Bündel vereinigen (Fig. 17, 18, 29). Dieses Bündel gelangt in kurzem, dorsalwärts gerichtetem Verlaufe an den medialen Rand des geschwänzten Kernes und verläuft diesem entlang bis in die Gegend der vorderen Kommissur. Während dieses Verlaufes liegt die *Stria terminalis* unmittelbar auf der inneren Kapsel auf und ist mit dem geschwänzten Kerne innig verbunden. In welcher Weise diese Verbindung statthat, vermochte *Ganser* nicht zu ermitteln. Das weitere Schicksal der Striafasern ist nun folgendes: Ein Theil derselben strahlt unmittelbar hinter der *Commissura anterior* ventralwärts in das Grau des dritten Ventrikels aus (Fig. 12), ein anderer Theil wendet sich dorsal- und medianwärts und gelangt ins *Septum pellucidum* (Fig. 30). Ein Rest der *Stria* geht bis über die vordere Kommissur nach vorne und gesellt sich hier den Fasern zu, welche aus dem *Septum pellucidum* in die Rinde am Kopfe des Streifenhügels ziehen, welche letztere Verbindung beim Kaninchen, nicht beim Maulwurfe nachgewiesen wurde. Den Ursprung der *Stria* sieht man am besten an Sagittalschnitten (Fig. 29).

Noch viel ausführlicher als *Ganser* handelt *Honegger* (S. 409—425) über die *Taenia semicircularis* und den *Nucleus amygdalae*. An derselben werden bei niederen Säugern zwei Bündel unterschieden, ein grösseres, das in Karmin sich rosa färbe und ein anderes, das markweiss bleibe und in Gold dunkler werde als die übrigen Fasern. Im Unterhorne des Seitenventrikels verbreitet sich das grössere Bündel in der oberen resp. vorderen Wand desselben und zieht in derselben nach abwärts oder durchbricht dieselbe und begeben sich dessen Fasern in die vor dem Unterhorne gelegenen grauen Massen, die *Honegger* als dem Linsenkerne angehörend betrachtet. Einzig die Fasern

des markweissen Bündels bleiben auch in ihrem weiteren Verlaufe beisammen liegen und ziehen gegen eine Zellenanhäufung, welche dicht am vorderen medialen Rande des *Lobus hippocampi* (*Lobus hippocampi* nennt *Honegger* den hinteren Theil des *Lobus pyriformis*), da wo derselbe in die *Substantia perforata anterior* übergeht, ihre Lage hat. Diese Zellenmasse mit Pyramidenzellen ist bei der Maus und beim Kaninchen nahezu kugelförmig, ebenso nach *Ganser* beim Maulwurfe (Fig. 14, 15, 31 *t o l k*), beim Hunde und der Katze dagegen findet sich mehr eine platte Verdickung der Rindenschicht des *Lobus hippocampi*. Ob diese Zellenansammlung dem Mandelkerne des Menschen entspricht, ist nach *Honegger* fraglich. Den *Nucleus amygdalae*, den *Ganser* beim Maulwurfe fand, anerkennt *Honegger* als besonderen Kern an der medialen Seite der *Capsula externa* und fand denselben auch bei allen von ihm untersuchten Säugethiergehirnen, bei der Maus, dem Kaninchen, der Katze, dem Hunde und den Hufthieren. Bei den letzteren Geschöpfen fand *Honegger* sogar zwei Zellenansammlungen hinter einander. *Honegger* ist nun geneigt, den *Nucleus amygdalae* von *Ganser* als Theil des Linsenkernes aufzufassen, zu welcher Annahme ihn vor allem die Lage desselben an der medialen Seite der *Capsula externa* ventral- und lateralwärts vom Linsenkerne veranlasst. Da jedoch beim Menschen eine solche Abtheilung des Linsenkernes nicht vorkommt, so bespricht *Honegger* die Frage, ob nicht vielleicht doch der Kern von *Ganser* dem Mandelkerne des Menschen entspreche, und kommt auch auf die Zellenmassen der Vormauer und den Kern des *Tractus olfactorius* von *Ganser* zu reden, in welcher Beziehung wir auf das Original (S. 412 u. ff.) verweisen.

Die *Taenia semicircularis* nun schickt nach *Honegger* zum Mandelkerne von *Ganser*, zum Kerne des *Tractus olfactorius* und zu den Zellen der Vormauer Fasern und zwar scheint nach den Goldbildern zu urtheilen, wirklich ein grosser Theil ihrer Fasern in denselben zu enden, während ein anderer Theil auch durch sie hindurch in die angrenzende Rinde gelangen mag. Am besten sehe man den Eintritt von Fasern der markweissen Bündel der *Taenia* in den Kern des *Tractus olfactorius* von *Ganser*, dessen Beziehungen zum *Tractus Honegger* bezweifelt. In seinem Verlaufe nach vorne zwischen *Nucleus caudatus* und *Thalamus* an der dorsalen Seite der *Capsula interna* scheint die *Stria terminalis* keine Fasern an den *Nucleus caudatus* abzugeben. Dagegen glaubt *Honegger* nachweisen zu können, dass dieselbe Fasern an den *Thalamus* entsendet. Dieselben wurden beim Kaninchen besonders an Horizontalschnitten wahrgenommen als im ganzen Verlaufe der *Stria* medianwärts auf den *Thalamus* übergehende Fasern. Dieselben durchflechten sich mit den Zonalfasern, die von der *Capsula interna* abgehen, in der Art, dass sie unter das *Stratum zonale* zu liegen kommen und unterscheiden sich durch ihre karminröthliche Farbe von den weissen Zonalfasern, doch ist eine Verfolgung derselben auf grössere Entfernungen nicht möglich. Bei der Maus sah *Honegger* auch Andeutungen eines Anschlusses von *Stria terminalis*-Fasern an die *Taenia thalami* und fügt einen vergleichend-anatomischen Exkurs bei, auf den ich einfach verweise (S. 417—420).

Weitere Verbindungen der *Stria terminalis* sind nach *Honegger*

1. Fasern zum *Fornix obliquus* (*Honegger* S. 238).

2. Fasern zur *Zona incerta* oder *Capsula interna*, die frontal von der vorderen Kommissur, die *Pars olfactoria* derselben an ihrem medialen Rande umgürten. Denselben Verlauf haben auch einige Fasern, die an der spinalen Seite der vorderen Kommissur liegen, wie *Ganser* zeigte.

3. Fasern zur vorderen Kommissur, die dem hinteren Rande des Mittelstücks der Kommissur sich anlegen und auf die andere Seite treten. Bei der Maus und dem Kaninchen soll es das markweisse Bündel der *Stria* sein, das so sich verhält. Beim Hunde und bei der Katze zeigt dieses Kommissurenbündel mehr zerstreute Fasern. Bei den Hufthieren zieht die *Pars commissuralis* der *Stria terminalis* mit der *Pars temporalis* der *Commissura anterior* eine Strecke weit dorsalwärts. Beim Menschen geben nur Sagittalschnitte über diesen Theil der *Stria terminalis* Aufschluss. Es sind Fasern, welche sich den ventralsten Stabkranzbündeln, die um die Kommissur herum zur *Taenia thalami* heraufziehen, sich anschliessen. Ueber dieses Kommissurenbündel bei niederen Wirbelthieren vergleiche man *Honegger* (S. 423—425).

Bei *Dejerine* habe ich nichts über Anfang und Ende der *Stria terminalis* gefunden, dagegen hat *Brissaud* einige hierauf bezügliche Angaben (S. 445). Er betrachtet

dieselbe als eine *Commissura antero-posterior*, die theils vom Balken, theils vom Gewölbe sich ablöse. Ihr Verlauf sei genau derselbe, wie der der *Fimbria* und ihre Anfänge und Enden wesentlich dieselben mit einigen Millimetern Unterschied. Vorn dringe die *Stria* in dem Zwischenraume zwischen *Thalamus* und Streifenhügel ein in der Nähe des Fornixsäulchens und verliere sich wie dieses in der Substanz des *Tuber cinereum*. Nach hinten begleite sie den Schweif des *Nucleus caudatus* bis zum Ende desselben am *Nucleus amygdalae*. In diesem letzten Abschnitte trenne der *Nucleus caudatus* die *Taenia* von der letzten dünnen Ausstrahlung des *Tapetum*. Dann ziehe die *Stria* unter dem *Nucleus amygdalae* durch und ende in der grauen Substanz der Hirnbasis medianwärts vom *Lobus hippocampi*.

Einige Angaben über die *Stria terminalis* hat auch Lotheisen (Anatom. Hefte Bd. IV S. 260). Derselbe fand weder an Sagittal-, noch an Frontal- oder Horizontalschnitten Fasern der *Stria* in das *Stratum zonale* oder in das *Corpus striatum* gehen. Vorne kreuzen sich die Bündel der *Taenia thalami* und der *Stria terminalis* (l. c. Fig. 5) und gelangen die Fasern der letzteren an der medialen Seite der Fornixsäule und vom *Ganglion basale* in's *Tuber cinereum*. Ein anderer Theil ihrer Fasern geht als hinterste Partie der *Commissura anterior* auf die andere Seite herüber, wie Honegger zuerst angab, und endlich geht ein dritter Theil zwischen den Fasern des Hirnschenkelfusses durch an die Basis, vermengt sich mit den Fasern des unteren Thalamusstieles und endigt somit lateral von der *Stria medullaris thalami*.

Endlich erwähne ich noch eine Notiz von mir (Verh. d. anat. Ges. in Strassburg 1894 S. 50), der zufolge die *Commissura anterior*, wie ich beim Kaninchen und bei der Maus entdeckte, eine schwache *Pars media* s. *Corporis strati* entsendet mit dorsal- und lateralwärts gerichtetem Verlaufe, welcher Abschnitt der vorderen Kommissur, wie ich jetzt finde, nichts anderes ist, als die von Honegger zuerst beobachteten Fasern der *Stria terminalis* zur vorderen Kommissur.

§ 176.

Rinde des grossen Gehirnes. Allgemeines.

Die Rinde des grossen Gehirnes, obschon nicht überall von ganz gleichem Baue, zeigt doch — wenige Ausnahmen, wie den *Bulbus* und *Lobus olfactorius*, das Ammonshorn und die *Fascia dentata* abgerechnet — in allen Windungen wesentlich dieselben Verhältnisse und besteht, abgesehen von zahlreichen Gliazellen und Gefässen aus mannigfach geformten Nervenzellen, unter denen die sogenannten Pyramidenzellen die Hauptrolle spielen, und aus ungemein zahlreichen, markhaltigen und marklosen Nervenfasern. Betrachtet man dieselbe an senkrechten Durchschnitten, so ergeben sich verschiedene Bilder, je nach der Behandlungsweise mit Karmin, Methylenblau u. s. w., mit der Methode von *Weigert* oder *Pal* und von *Golgi* und je nachdem man mehr die Nervenfasern oder die Nervenzellen ins Auge fasst und erklärt sich so die verschiedene Zahl von Schichten, die die Autoren annehmen und die verschiedene Bezeichnungsweise derselben.

Gehen wir in erster Linie von dem aus, was die Beobachtung von blossem Auge lehrt, so findet man, wie ich dies schon vor Jahren (1850 Mikr. Anat.) nachgewiesen, an den meisten Stellen 4, an einigen 6 verschiedene Lagen. Im ersteren Falle bezeichnete ich dieselben von aussen nach innen als 1. den oberflächlichen weissen Streifen, 2. die äussere graue Lage, 3. den inneren weissen Streifen und 4. die innere grauröthliche Lage. Sind sechs Lagen vorhanden, so wird die vierte Lage nochmals durch einen weissen horizontalen Streifen in zwei geschieden und haben wir dann drei weisse Lagen,

eine oberflächliche, mittlere und innere, und drei graue Schichten, von denen die innerste zwischen dem inneren weissen Streifen und der weissen Marksubstanz der Hemisphäre ihre Lage hat.

Die mikroskopische Untersuchung senkrechter Schnitte durch die Rinde lehrt im Allgemeinen Folgendes: Fasst man erstens die markhaltigen Nervenfasern allein ins Auge, wie dieselben an *Weigert*schen Präparaten oder an mit verdünnten kaustischen Alkalien durchsichtig gemachten Schnitten von Alkohol- oder Chromsäurepräparaten (*ich*) oder an mit Osmium behandelten Stücken (*Exner*) sich zeigen (Fig. 720), so ergiebt sich Folgendes: Einmal treten, vor allem an den Kämmen der Windungen aus der weissen Marksubstanz stärkere oder schwächere, einander parallele Bündel, die ich Markstrahlen (*Mstr*) nenne, in grosser Zahl und in geringen Zwischenräumen in die graue Rinde ein und verlaufen bei vierschichtiger Rinde als zusammenhängende, aber nach und nach sich verschmächtigende Bündel bis in die Gegend des inneren weissen Streifens

Fig. 720.

Fig. 720. Querschnitt durch einen Theil der vorderen Centralwindung eines Mannes von 43 Jahren. Gez. b. Syst. III, Oc. III, k. Tub. und um $^1/_3$ verkleinert. *A* Schicht mit vielen tangentialen Fasern; *B* helle Lage mit zerstreuten tangentialen Fasern; *fTF* feine tangentiale Fasern; *grTF* grobe tangentiale Fasern; *M* Marksubstanz; *Mstr* Markstrahlen; *Strz Stratum zonale.*

oder bis in den inneren Theil der äusseren grauen Lage hinein. Hier lösen sich dann diese Strahlen nach und nach in ihre einzelnen Elemente auf und verlieren sich. Hie und da kommen auch aus den Markstrahlen einzelne meist gröbere Fasern heraus, die in schiefem oder geradem Verlaufe der Oberfläche zustreben und den Elementen sich beigesellen, welche in horizontalem Verlaufe den äusseren weissen Streifen bilden (*Strz*), der vorwiegend aus feinen und feinsten Nervenfasern besteht, aber stets auch gröbere solche Elemente, oft in nicht unbedeutender Menge, enthält.

Der innere weisse Streifen (Fig. 721 (*Lm.ext.*) besteht aus einer grösseren oder geringeren Zahl von horizontal und schief verlaufenden Fasern von sehr verschiedenen Durchmessern, die etwas vor der Zone auftreten, wo die Markstrahlen sich auflösen. Sind drei weisse Streifen da (Fig. 721 *Lm.ext. et Lm.int.*), so bildet sich der innerste in genau derselben Weise durch eine Lage querer (tangentialer) Fasern weiter einwärts. Weiter ist dann noch zu bemerken, erstens, dass die Zwischenräume zwischen den Markstrahlen und den tangentialen Fasern allerwärts von einer Anzahl ganz unregelmässig verlaufender feinster dunkelrandiger Nervenfasern eingenommen werden und zweitens, dass solche Elemente auch in der ganzen äusseren grauen Lage jenseits der Markstrahlen sich finden (Fig. 720).

Vervollständigt man die Untersuchung der Rinde durch Prüfung der Nervenzellen, so erhält man an gefärbten Präparaten niemals ganz vollkommene Anschauungen, weil kein Farbstoff die Ausläufer der Zellen färbt. Immerhin geben gute Färbungen durch Karmin, Methylenblau u. s. w. über die Vertheilung, Menge und Grösse derselben ganz gute Anschauungen, nur dass die ebenfalls sich färbenden Gliakerne bei der Deutung der kleinsten Nervenzellen oft Schwierigkeiten bereiten. Auf Grund solcher Präparate hat *Meynert* seiner Zeit seine Eintheilung der Hirnrinde gegeben. Derselbe unterscheidet fünf Schichten und zwar von aussen nach innen: 1. Die granulirte oder molekuläre Lage mit zerstreuten kleinen zelligen Elementen, 2. die Lage der kleinen Pyramidenzellen, 3. die Lage der grossen Pyramidenzellen, 4. die Lage der kleinen, dichten unregelmässigen Zellen (körnerartige Formation) und 5. die Lage der Spindelzellen.

Ganz andere und genauere Ergebnisse über das Verhalten der zelligen Elemente der Hirnrinde verdanken wir in erster Linie *Golgi* und seiner Methode, welche allein die Gestalten der Nervenzellen und der Elemente der *Neuroglia* schön und deutlich erkennen lässt und sind dieser zufolge die Verhältnisse im Allgemeinen folgende. Beim Menschen enthält die oberflächliche weisse Lage, soviel man bis jetzt mit Sicherheit weiss, nur Gliazellen und Elemente zweifelhafter Art, die ich *Retzius*'sche Zellen heisse (s. § 179), während *S. Ramón* bei einigen Säugern hier auch Nervenzellen von eigenthümlichem Verhalten (Zellen mit mehrfachen Achsencylinderfortsätzen) antraf. Dann folgen zweitens kleine Pyramidenzellen in der äusseren grauen Lage, die allmählich drittens in grössere und ganz grosse solche Elemente übergehen, deren Sitz theils der innere weisse Streifen, theils die äussere Hälfte der inneren grauen Lage — bei sechs Schichten die mittlere graue Lage — ist. Zu innerst endlich folgen dann viertens kleinere mehr unregelmässige, z. Th. noch an Pyramiden erinnernde, z. Th. einfache multipolare, verschieden gestaltete, sogenannte polymorphe Zellen (*PZ*).

Ausser diesen echten Nervenzellen kommen auch in allen Lagen sehr grosse Mengen von Gliazellen (Kurzstrahler, *ich*) vor, welche in einer oberflächlichen ganz dünnen Lage von 0,037 mm mittlerem Durchmesser unvermischt mit nervösen Elementen sich finden. Ferner verdient Beachtung, dass in allen Gegen-

Fig. 721.

den, in denen die Nervenfasern in Gestalt von Markstrahlen auftreten, die Nervenzellen wie besondere zwischen denselben gelegene Zellensäulen bilden.

Fig. 721. Querschnitt durch eine Windung des *Lobus lingualis* eines Mannes von 43 Jahren. Gez. bei Syst. I, Oc. I, k. Tub. *Fic Fibrae intracorticales; Fim Fibrae intramedullares; Lm.ext Lamina medullaris externa; Lm.int Lamina medullaris interna; Mstr* Markstrahlen; *Strz Stratum zonale.*

§ 177.

Verhalten der Elemente der Hirnrinde im Einzelnen. Dunkelrandige Nervenfasern.

Es ist für das Verständniss des Baues der Hirnrinde von grösster Bedeutung nicht nur das Verhalten der Nervenzellen und marklosen Nervenfasern, wie dasselbe an Präparaten von Embryonen und jungen Geschöpfen nach der Methode von *Golgi* sich zeigt, zu kennen, sondern auch den Verlauf der markhaltigen Nervenfasern beim Erwachsenen möglichst genau zu verfolgen, was unseres Erachtens zufolge am besten an nach der Methode von *Weigert* gefärbten Präparaten sich durchführen lässt. Ich gebe daher im Folgenden in erster Linie eine ausführliche Schilderung des Baues der Hirnrinde des Menschen, wie sich derselbe an guten *Weigert*'schen Präparaten des Erwachsenen darstellt.

Zum besseren Verständnisse müssen nothwendig einige Bemerkungen über die Nomenklatur vorausgehen. Ich schlage vor der Eintheilung der Hirnrinde das Verhalten der Nervenzellen zu Grunde zu legen und dieselbe von aussen nach innen zu zerfällen 1. in eine weisse, zellenarme Rindenschicht das *Stratum zonale mihi* (Molekulärlage der Autoren, Schicht der zerstreuten kleinen Rindenkörper *Meynert*; äussere weisse Lage, *ich*, *Kölliker*'sche Lage *Retzius*, *Exner*'sche Lage, Schicht der zonalen Fasern, *Kaes*), 2. die Lage der kleinen Pyramidenzellen, 3. die Lage der mittleren und grossen Pyramiden, 4. die Lage der polymorphen Zellen. In vielen Windungen zerfällt, wie *Hammarberg* zuerst genauer nachgewiesen hat (s. § 182), die Rinde in Bezug auf die Zellen in sechs Schichten (s. Fig. 722), die ich folgendermassen bezeichne: 1. *Stratum zonale*, 2. erste Schicht der kleinen Pyramiden (*kl. Pyr. I*), 3. erste Schicht der mittleren und grossen Pyramiden (*m. u. gr. Pyr. I*), 4. zweite Schicht der kleinen Pyramiden (*kl. Pyr. II*), 5. zweite Schicht der mittleren und grossen Pyramiden (*m. u. gr. Pyr. II*), 6. polymorphe Zellen (*PZ*). Mit Bezug auf die Nervenfasern halte ich folgende Bezeichnungen für die passendsten (Fig. 720, 721):

1. Markstrahlen (*Mstr.*) für die wesentlich aus Projektions-, Associations- und centripetalen Fasern gebildeten Bündel, die aus der weissen Substanz senkrecht in die Rinde ausstrahlen;

2. Tangentialfasern (*TF*) für alle wesentlich tangential verlaufenden markhaltigen Fasern. Unter diesen letzteren Elementen verdienen folgende Arten besondere Bezeichnungen:

a) die oberflächlichen Tangentialfasern, das *Stratum zonale* (*Strz*) oder die Zonalfasern, *Fibrae zonales*, an denen in gewissen Fällen ein grobfaseriger innerer Abschnitt, der Streifen von *Bechterew* von einer oberflächlichen, mehr feinfaserigen Lage unterschieden werden kann;

b) die mittleren Tangentialfasern mit einer oder zwei Abtheilungen oder die weissen Querbänder (Fig. 721 *Lm.ext.* u. *Lm.int.*), *Laminae transversales s. medullares externa et interna* (die Streifen von *Vicq d'Azyr*, *Gennari*, *Baillarger*, der mittlere und innere weisse Streifen von mir);

c) die inneren Tangentialfasern oder Associationsfasern, im Grunde der Furchen zwischen je zwei Windungen gelegene, tangential verlaufende Fasern, die in intracorticale (Fig. 721 *Fic*), in der grauen Substanz

gelegene und in intramedulläre (*Fim*) (*Fibrae arcuatae gyrorum Arnold*, *Fibrae propriae*, Fasern von Uform von *Meynert*) in der weissen Substanz zerfallen.

Ausser diesen Faserarten kann man noch ein interstitielles Fasergeflecht unterscheiden, das alle anderen Elemente umgiebt und durchzieht und durch regellosen Verlauf seiner Fasern sich auszeichnet (interradiäres und supraradiäres Flechtwerk von *Edinger*) (Fig. 724).

3. Schief verlaufende Fasern, *Fibrae obliquae*, zerstreut und in verschiedenen schiefen Richtungen gegen die Oberfläche ziehende meist gröbere Fasern.

1. Markstrahlen (Figg. 720, 723): Zur speziellen Beschreibung der markhaltigen Fasern der Hirnrinde des Erwachsenen übergehend, erwähne ich zuerst die Markstrahlen. Dieselben finden sich in voller Entwicklung nur auf der Höhe oder den Kämmen der Windungen, sind dagegen in den Furchen

Fig. 722. Querschnitt durch einen *Gyrus parietalis* des Menschen. Gez. b. Syst. III, Oc. III, k. Tub. *klPyrI* erste Lage kleiner Pyramiden; *klPyrII* zweite Lage kleiner Pyramiden; *m.u.grPyrI* erste Lage mittlerer und grösserer Pyramiden; *m.u.grPyrII* zweite Lage mittlerer und grösserer Pyramiden; *PZ* Polymorphe Zellen; *Strz Stratum zonale.*

Fig. 722.

spärlicher ausgebildet oder fehlen selbst ganz. An den Seitentheilen höherer Gyri sind dieselben in mittlerer Ausbildung aber doch ganz gut entwickelt vorhanden: Alle stärkeren Markstrahlen (Figg. 723, 724) zeigen zweierlei Nervenfasern, stärkere bis zu 2—4 μ und mehr und feine von 1 μ bis 0,5 μ bis zu fast unmessbarer Feinheit, die aber doch alle noch markhaltig und durch zarte Varikositäten gekennzeichnet sind. Verfolgt man einen Markstrahl von der weissen Substanz

Fig. 723.

aus gegen die Oberfläche, so ist leicht wahrzunehmen, wie die stärkeren Fasern bis zur Schicht der grossen Pyramidenzellen an Menge sich gleich bleiben, dann aber nach und nach an Zahl abnehmen, bis dieselben an der äusseren Grenze

Fig. 723. Sieben Riesenpyramiden der Fig. 730 mit den dazu gehörenden Markstrahlen und tangentialen und schiefen Fasern bei Syst. III, Oc. III, lg. T. eines *Leitz*, *Weigert*. Die birnförmigen Lücken zwischen den Fasern werden von kleinen Pyramidenzellen erfüllt.

dieser Lage schliesslich ganz verloren gehen und nur feine und feinste Röhren übrig bleiben. Die Art und Weise, wie die stärkeren Fasern enden oder beginnen, ist nicht mit Bestimmtheit zu erkennen und sieht man nur soviel, dass dieselben wie abgestutzt aufhören, ohne Beziehungen derselben zu einem Axon oder einer Zelle nachweisen zu können und doch ist wohl als ganz sicher zu bezeichnen, dass, wenn auch vielleicht nicht alle dickeren Fasern der Markstrahlen, doch sicher die grosse Mehrzahl derselben von den grossen und mittleren Pyramiden entspringende Neuraxonen darstellt. Was die feinen Fasern der Markstrahlen anlangt, so betrachte ich dieselben als Axonen der kleineren Pyramidenzellen und bemerke, dass dieselben je nach der Güte der Färbung der Präparate bald mehr, bald weniger weit in die Lage der kleinen Pyramiden hinein zu verfolgen sind. In den gelungensten Objekten sah ich dieselben noch in Gestalt von feinfaserigen Bündelchen in diese Lage eintreten, während es in anderen Fällen nur gelang, einzelne Fäserchen in die genannte Schicht hinein zu verfolgen. In gewissen Fällen lassen sich solche gerade verlaufende feinste Fäserchen nicht nur bis an die Grenze der Zonalschicht wahrnehmen, sondern auch in diese hinein verfolgen (siehe *Kaes* l. c. S. 734) und in Einem Falle, im *Subiculum Cornu Ammonis*, gehen starke Markstrahlen bis in das hier sehr dicke *Stratum zonale* hinein (s. unten beim Ammonshorne).

Fig. 724.

Die Dicke der Markstrahlen beträgt im Mittel 20—40 μ und bestehen dieselben, wie Querschnitte leicht lehren, aus rundlichen Bündeln von 10—20 und mehr Fasern. Im Grunde der Windungen sind dieselben häufig sehr viel dünner, bestehen selbst oft nur aus einzelnen, aus 2, 3, 4 Fasern, deren Verlauf meist geschlängelt ist.

2. **Tangentialfasern:** a) Die oberflächlichen Tangentialfasern oder die Zonalfasern anlangend, so wurden dieselben an frischen Gehirnen von *Remak* entdeckt. (Obs. anat. 1838 S. 22, wo es heisst: „Accidit, quod prope ipsam superficiem substantiae corticalis tubulos primitivos quam tenuissimos observavi" und *Müll.* Arch. 1840) und 1850 von mir an in Chromsäure erhärteten und durch verdünntes *Natron causticum* durchsichtig gemachten Präparaten genauer beschrieben und abgebildet (mikr. Anat. II 1 Taf. IV Fig. 2 und Holz-

Fig. 724. Drei Markstrahlen aus einem senkrechten Schnitte der vorderen Centralwindung des Menschen. *Weigert.* Gez. b. Syst. VII, Oc. I, lg. Tub. Nervenzellen blasig gequollen; viele tangentiale Fasern und interradiäres Faserwerk.

schnitt 147). Später gelang es *Exner*, an mit Goldchlorid gefärbten Stücken dieselben deutlich darzustellen und nun haben uns die *Weigert*'sche und andere Methoden vorzügliche Mittel an die Hand gegeben, um den Bau derselben zu ermitteln. Seit einige neue Autoren, wie *Tuczek*, *Zacher* und andere, dieser Zonalschicht eine grosse physiologische Bedeutung beilegten und die Ansicht aussprachen, dass eine unvollkommene Ausbildung derselben oder ein Schwund ihrer Fasern mit Störungen der geistigen Thätigkeiten einhergehe, hat nun auch diese Lage eine Reihe von Bearbeitern gefunden, unter denen *Vulpius* (Arch. f. Psych. 1892 S. 775—798) und *Kaes* (Arch. f. Psych. 1893 S. 695—758 Taf. XIII u. XIV und Neurol. Centralbl. 1891 und 1894 S. 410) vor allem zu nennen sind. Vorläufig ist jedoch aus diesen sehr verdienstlichen Untersuchungen, über die in einem anderen § berichtet werden wird, nichts über die Herkunft der Fasern der Zonalschicht und ihre physiologische Bedeutung hervorgegangen und verdanken wir alles, was wir in dieser Beziehung wissen, den Untersuchungen an Embryonen und jungen Geschöpfen mit Hilfe der *Golgi*'schen Methode. Diesen Erfahrungen zufolge halte ich es auch für ganz unberechtigt, diese Fasern als Associationsfasern zu bezeichnen, wie gewisse neuere Autoren dies vorschlagen.

Was den Bau der Zonalschicht anlangt, so besteht dieselbe aus feinsten, mittelfeinen und stärkeren Nervenfasern, unter denen in der Regel die feinen Elemente vorwiegen. Die Richtung der Fasern, deren übergrosse Mehrzahl tangential verläuft, ist sehr verschieden, parallel der Längsachse der Windungen, quer zu derselben oder in verschiedenen Richtungen schief. Fasern der verschiedenen Richtungen verlaufen meist einander annähernd parallel, entweder leicht geschlängelt oder auch ganz gerade. Neben kürzeren Fasern, die wohl nur Bruchstücke sind, kommen auch lange solche Elemente vor und sieht man oft namentlich stärkere Fasern auf sehr lange Strecken dahinziehen. Enden von Fasern werden oft wahrgenommen, doch ist nie zu sagen, ob dieselben natürliche Bildungen sind. Wichtig ist, wie ich dies schon vor Jahren beschrieb, dass sehr häufig aus tieferen Lagen mittelfeine und stärkere Fasern in meist schiefem, auch wohl senkrechtem Verlaufe in die Zonalschicht eintreten (Fig. 725 *a*) und in derselben weiter sich verfolgen lassen. Was die Fasern der Zonalschicht noch weiter bemerkenswerth macht, ist, dass in gewissen Windungen vorwiegend feine und feinste Fasern vorkommen. Stärkere Fasern treten am häufigsten vereinzelt oder zu wenigen in den äusseren Theilen des zonalen *Stratum* auf. Kommen dieselben in grösseren Mengen vor, so finden sie sich entweder durch die ganze Lage gleichmässig zerstreut oder es bilden dieselben wie eine besondere tiefere Schicht, wie dies *Bechterew* zuerst am Occipitallappen nachgewiesen hat, welche Schicht jedoch meiner Ansicht nach nicht als eine von den Zonalfasern scharf abgegrenzte aufzufassen ist. Später zeigte *Kaes* (Neur. Centr.-Bl. 1891 S. 682), dass dieser grobfaserige Abschnitt der Zonalfasern (der Streifen von *Bechterew*) in allen Gegenden sich findet, die reich an oberflächlichen tangentialen Fasern sind, mithin ausser im Occipitallappen, im Schläfenlappen, in der Insel, den Centralwindungen und im *Lobus paracentralis*, dagegen im Stirnlappen und an der ventralen Fläche des Temporallappens fehlt.

Die eigentliche Zonalschicht misst nach *Kaes* auf der Höhe der Windungen im Mittel 0,244 mm, in den Furchen bis zu 0,73 mm. Derselbe Autor hat

auch nachgewiesen, dass an der medialen und ventralen Seite des Gehirnes die Zonalschicht mit dem Alter zunimmt, während an der Konvexität des Gehirnes die tieferen Theile der Zonalschicht verkümmern. In manchen Gegenden ist übrigens die Zonalschicht, wie dies auch *Kaes* hervorhebt, gar nicht scharf abgegrenzt und geht unmerklich in tangentiale Fasern über, die die ganze Lage

Fig. 725.

der kleinen Pyramiden durchziehen und so ist wohl auch das Verhalten in meiner Fig. 725 zu deuten.

b) Mittlere Tangentialfasern (Fig. 721). Die mittleren Tangentialfasern treten besonders in Gestalt von einem oder zwei weissen Quer-

Fig. 725. Senkrechter Schnitt der äussersten Lagen der vorderen Centralwindung eines Mannes von 43 Jahren. Bei Syst. VII, Oc. I, k. Tub. *Weigert*. *BL* Lage von *Bechterew* mit feinen und mittelstarken Tangentialfasern in der Tiefe; *KlPyr* Lage der kleinen Pyramiden; *Strz Stratum zonale*; *a* schief und senkrecht aufsteigende Fasern, von denen vier im Anschlusse an das *Stratum zonale* zu sehen sind.

bändern auf, welche, obgleich schon lange beobachtet, doch erst in neuerer Zeit grössere Beachtung gefunden haben. Das äussere weisse Querband war schon im vorigen Jahrhundert vom Occipitallappen *Gennari* (De peculiari cerebri structura, Parmae 1782, S. 72), *Sömmering* (Vom Hirn und Rückenmark 1788 S. 70) und *Vicq d'Azyr* (Traité d'Anatomie 1786—1790) bekannt, wurde jedoch erst von *Remak* 1839 genauer gewürdigt und 1841 auch von *Baillarger* gesehen, verdiente daher eher den Namen *Remak*'sches Band, als *Baillarger*'scher Streifen. Die erste mikroskopische Abbildung dieses Streifens rührt wohl von mir her (Mikr. Anat. II Taf. 4 Fig. 2c). Den zweiten weissen Querstreifen sahen *Baillarger* und *Remak* zuerst (*Müll.* Arch. 1841 S. 509) und im Jahre 1850 beschrieb ich dann denselben genauer in meiner mikroskopischen Anatomie.

Das äussere weisse Querband, *Lamina s. Stria transversalis externa*, findet sich im äusseren Theile der Lage der grossen Pyramiden in der Gegend der äusseren Theile der Markstrahlen, während das innere weisse Querband, *Lamina s. Stria transversalis interna*, dem tieferen Theile dieser Schicht oder selbst dem äussersten Abschnitte der Lage der polymorphen Zellen angehört. Zwei weisse Querbänder finden sich in gewissen Windungen des Stirnlappens, besonders denen seiner medialen Fläche, dann in gewissen Theilen der Centralwindungen und Parietalwindungen, im *Gyrus lingualis* und im *Cuneus* und im hinteren Abschnitte der Temporalwindungen (Fig. 721). Ein einziges, das äussere weisse Querband fand ich (S. m. Mikr. Anat. II 1 Taf. IV Fig. 1) in den Windungen des Unterlappens, der Insel, des Parietallappens, ferner im Stirnlappen, im *Gyrus fornicatus*.

Dem Baue nach bestehen die weissen Querbänder ebenso wie die Zonalfasern aus Nervenröhren von sehr verschiedenen Durchmessern, doch springen im Allgemeinen die stärkeren Elemente in denselben besonders deutlich in die Augen, wenn auch die feineren Elemente an Menge bedeutend vorwiegen. Ich glaubte vor Jahren die Elemente dieser Querbänder als Abzweigungen der Markstrahlen bezeichnen zu sollen, muss aber jetzt bekennen, dass gerade umgekehrt diese tangentialen Fasern den Eindruck sehr selbständiger Fasern machen, indem dieselben in ungemeinen Mengen die Markstrahlen unter meist rechten Winkeln schneiden und Umbiegungen oder Uebergänge gröberer Fasern der Markstrahlen in dieselben nicht häufig zu sehen sind. Wohl aber findet man nicht selten schief verlaufende Fasern in den inneren Theilen der Rinde, die in den Querbändern zu horizontalen Elementen sich gestalten und gewinnt bei weiterer Verfolgung dieser Frage die Ueberzeugung, dass alle gröberen und mittelfeinen Elemente der Querbänder mit solchen Fasern zusammenhängen, die in letzter Linie allerdings auf Elemente der weissen Marksubstanz zu beziehen sind. — Anders verhalten sich die feinen und feinsten Elemente der Querbänder, bei denen nie eine Herkunft aus tieferen Theilen der Rinde oder gar der weissen Substanz zu beobachten ist und halte ich diese für autochthone Bestandtheile der Rinde, welcher Art, soll in einem späteren § erörtert werden.

c) Innere Tangentialfasern oder Associationsfasern (Fig. 721 und 777). Dieselben scheiden sich in intracorticale und intramedulläre (*Fibrae arcuatae intracorticales et intramedullares*) und sind die letzteren schon seit langem bekannt, während die intracorticalen zuerst von *Henle* in

seiner Nervenlehre 1871 S. 275 erwähnt und Fig. 203 abgebildet wurden, worauf dann später *Kaes* dieselben genauer verfolgte und unter dem Namen äussere *Meynert'sche* Associationsschicht beschrieb. Beiderlei Systeme finden sich vor allem im Grunde der Furchen und ist von den letzteren oder den *Fibrae arcuatae gyrorum* von *Arnold* zu sagen, dass es wohl keinem Zweifel unterliegt, dass dieselben Associationsbündel darstellen, deren Elemente in der einen Windung entspringen und in der anderen enden. Was dagegen die sogenannten intracorticalen Associationsfasern betrifft, so scheint mir die Sache weniger klar zu sein. Es sind dies meist gröbere und mittelfeine Fasern, die im Grunde gewisser Furchen eine mächtige Lage darstellen und gegen die Kämme der benachbarten Windungen einem guten Theile nach unter spitzen Winkeln in Markstrahlen übergehen und an solche sich anschliessen, so dass auf der Höhe der Windungen meist nur noch eine geringe Anzahl derselben sich findet. Der Gesammteindruck dieser Faserlage ist übrigens in vielen Fällen der, dass dieselbe von den Querbändern der grauen Substanz nicht scharf geschieden ist, für welche Auffassung auch das spricht, dass diese *Fibrae arcuatae intracorticales* in allen Fällen, in denen im Grunde der Furchen ein weisses Querband sich findet, ohne Abgrenzung mit demselben zusammenhängen (Fig. 721).

Bei dieser Gelegenheit will ich auch noch hervorheben, dass in vielen Windungen nicht nur in der Tiefe, sondern auch an der Oberfläche Beziehungen der Tangentialfasern vorkommen, die lehren, dass alle unsere Abtheilungen und Eintheilungen nur Stückwerk sind, indem die Fasern des *Stratum zonale* durch Fasersysteme, die in der Lage der kleinen Pyramidenzellen sich finden mit dem oder den weissen Querbändern und diese wiederum auch mit den *Fibrae arcuatae intracorticales* ununterbrochen zusammenhängen können, wie die Fig. 720 sehr bestimmt zeigt, Wahrnehmungen, die auch *Kaes* gemacht hat.

Die tiefen Associationsfasern (Fig. 721 *Fim*) *Fibrae arcuatae intramedullares*, sind an dünneren Schnitten leicht zu verfolgen und ergiebt sich, dass dieselben, die aus stärkeren und feineren Fasern bestehen, gegen die Kämme der benachbarten Windungen zu in vielen Fällen in die Markstrahlen umbiegen und mit denselben in die Rinde auslaufen. Wo dies nicht geschieht, lassen sich dieselben durch die Masse der weissen Blätter der Windungen weiter als tangentiale oder besser gesagt transversale Elemente verfolgen und sind in diesem Falle wohl als Fasern zu betrachten, die längeren Associationsbündeln angehören.

Bei dieser Gelegenheit füge ich noch einige Bemerkungen über den Bau der oberflächlichen weissen Substanz des Gehirnes bei, die in den einzelnen Gyri den centralen Kern oder centrale Blätter bildet, welche Verhältnisse bis anhin kaum Erwähnung gefunden haben. Ich finde in diesen Theilen überall einen ungemein verwickelten Bau. Vor allem springt ein Flechtwerk in die Augen, das wesentlich aus radiären und transversalen, unter rechten Winkeln sich schneidenden Fasern von gröberen und mittleren Durchmessern besteht. Zu diesen gesellen sich dann aber eine ungemeine Zahl feinster Fäserchen, die in allen möglichen Richtungen verlaufen, aber doch, wie es scheint, vorwiegend für die graue Substanz bestimmt sind, für welche Annahme vor allem das spricht, dass im gesammten Umkreise der Markmasse unzählige feine und feinste Fäser-

chen zwischen den gröberen Markstrahlen in theils geradem, theils schiefem Verlaufe in die graue Rinde übergehen und sich da verlieren. Wie diese Elemente zu deuten sind, soll in einem späteren § besprochen werden.

§ 178.

Verhalten der Elemente der Hirnrinde im Einzelnen. Nervenzellen von *Golgi*'s I. Typus.

Die Nervenzellen der Rinde des grossen Gehirnes zerfallen im Allgemeinen wie anderwärts in zwei Unterabtheilungen, in solche, in denen der Axon

Fig. 726.

oder Achsencylinder, der nervöse Fortsatz, seine Selbständigkeit bewahrt und in andere, in denen derselbe nach kürzerem Verlaufe in feinste Verästelungen sich auflöst; doch scheinen hier die Zellen der letzteren Art oder die *Golgi*'schen Zellen des II. Typus z. Th. Abänderungen zu zeigen, die an anderen Orten bisher nicht beobachtet wurden, wie namentlich einen längeren Verlauf ihrer

Fig. 726. Aus dem grossen Hirne einer jungen Katze. Bei Syst. VII, Oc. I, k. Tub. Kleine und zwei tiefere Pyramidenzellen mit varikösen *Dendriten p* und *Neuraxonen n.*

Axonen, eine theilweise Umhüllung derselben mit Nervenmark und, wie *S. Ramón* für gewisse von ihm beschriebene Elemente behauptet, das Vorkommen mehrerer Axonen an einer Zelle.

Unter den Zellen des *Golgi*'schen I. Typus verdienen vor allem die sog. Pyramidenzellen Beachtung (Fig. 722, 726, 727, 728), die recht eigentlich für die Grosshirnrinde bezeichnend sind. Dieselben finden sich in allen oben geschilderten Lagen mit Ausnahme der oberflächlichen weissen Schicht und zeichnen sich durch einen meist kegelförmigen, in senkrechten Schnitten dreieckigen Körper aus, dessen Basis gegen die weisse Substanz, die Spitze nach der Oberfläche zu, gerichtet ist. Die Dendriten sind zahlreich und zerfallen im Allgemeinen in einen Spitzenfortsatz und zahlreiche Seiten- und Basalfortsätze, während der einfache nervöse Fortsatz fast ohne Ausnahme aus der Mitte der Basalfläche hervorgeht. Grösse und Vertheilung dieser Elemente folgen gewissen Gesetzen. In den äussersten Theilen der oberflächlichen grauen Lage oder in der zweiten Rindenschicht finden sich kleine Pyramidenzellen (Fig. 722, 726), deren Körper nicht selten von der typischen Kegelform etwas abweicht. Weiter einwärts folgen immer grössere Zellen, bis dieselben schliesslich in der Gegend des inneren weissen Streifens und in den benachbarten Theilen beider grauen Lagen ihre bedeutendste Grösse erreichen und grosse Pyramidenzellen und die allergrössten Riesenpyramiden heissen. In gewissen Windungen findet sich zwischen den grossen Pyramidenzellen eine bald stärkere, bald schwächere Lage von ganz kleinen mehr unregelmässig geformten Pyramidenzellen (Fig. 722 *kl.Pyr.II*). Weiter kommen dann wieder in den tiefen Lagen der inneren grauen Schicht kleine Pyramiden untermengt mit polymorphen Zellen vor, denen z. Th. eine besondere Bedeutung zukommt, von denen noch weiter die Rede sein wird.

n

Fig. 727.

Fig. 727. Eine grosse Pyramidenzelle aus dem Gehirne einer Katze von 1 Tage. Bei Syst. III, Oc. III, k. Tub. gez. *n Axon.*

Das genauere Verhalten der Pyramidenzellen ist bei den grossen Elementen dieser Art am besten bekannt (Fig. 727—729). Unter ihren Protoplasmafortsätzen verhält sich der Spitzenfortsatz am auffallendsten, indem derselbe ausnahmslos bis in das *Stratum zonale* der Rinde reicht und hier in eine reiche Verästelung feinster horizontaler Fäserchen sich auflöst (Fig. 727, 728). Genauer bezeichnet ist dieser Fortsatz in dem inneren oder Anfangstheile seines

Fig. 728.

Verlaufes auf eine weite Strecke selbständig und sehr stark, doch giebt derselbe schon hier unter rechten und spitzen Winkeln eine bald grössere, bald geringere Menge verästelter oder einfacher feiner Seitenästchen ab, deren Länge innerhalb bedeutender Grenzen schwankt. Im weiteren Verlaufe verhalten sich dann die

Fig. 728. Grosse Pyramidenzellen aus dem Gehirne einer Katze von 1 Tage. Bei Syst. III, Oc. III, k. Tub. gez. *n Neuraxonen, p Dendriten.*

Spitzenfortsätze verschieden. In den einen Fällen (S. zwei Zellen der Fig. 728) verlaufen dieselben ungetheilt bis in die Gegend der kleinen Pyramidenzellen und theilen sich dann unter Winkeln, die oft nahezu rechte sind, in zwei Hauptäste, aus denen dann durch wiederholte Theilungen ein ganzes Büschel feiner Enden hervorgeht, die die nahezu äusserste Oberfläche der grauen Lage erreichen. Andere Male (Fig. 727, 728) beginnt die Theilung der Spitzenfortsätze bald nach ihrem Abgange von der Zelle, geschieht unter sehr spitzen Winkeln und verlaufen die zwei, drei bis fünf so entstandenen Stämmchen einander parallel bis in die Gegend der kleinen Pyramiden, um dann jedes in ähnlicher Weise, wie vorhin geschildert wurde, in feinste Endpinsel überzugehen. In beiden Fällen biegen sich dann, wie zuerst *Retzius* gesehen hat (Verh. des Biol. Vereins in Stockholm Bd. III 15. März 1891 S. 90—102), die letzten Endigungen dieser Dendritenbüschel horizontal um und erzeugen, wie ich finde, eine reiche Lage tangential verlaufender Fäserchen (Fig. 728), die an *Golgi*-Präparaten von jungen Geschöpfen mit gleich verlaufenden Elementen anderer Herkunft zu einem unentwirrbaren Geflechte sich mischen, in welchem die einzelnen Bestandtheile z. Th. gar nicht, z. Th. nur sehr schwer sich auseinanderhalten lassen. Immerhin ergiebt eine sorgfältige Untersuchung der tieferen Theile dieser Lage horizontaler Fäserchen, dass die Dendriten der grossen Pyramidenzellen frei enden und nicht anastomosiren. Verbindungen dieser Protoplasmafortsätze mit Gefässen oder mit Gliazellen, wie *Golgi* und nach ihm *Martinotti* solche gesehen haben wollen, sind mir ebensowenig, wie *S. Ramón* und *Retzius*, zu Gesicht gekommen.

An den eben beschriebenen Spitzenfortsätzen der grossen Pyramidenzellen fand *S. Ramón* bei der Maus ein eigenes Verhalten (Structure de l'écorce cérébrale in La Cellule VII. 1. fasc. Fig. 5 u. 7), nämlich einen reichlichen Besatz mit kurzen seitlichen mit Knöpfchen endenden Ausläufern. Aehnliche Anhänge sahen *S. Ramón* auch an den grossen Pyramidenzellen des Ammonshornes und der *Fascia dentata* (Ammonshorn in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XVI Fig. 6 u. 10), ebenso *Azoulay* an den grossen Pyramiden des menschlichen Gehirns, an den Zellen der *Fascia dentata* und an den grossen Zellen des Ammonshornes eines Kindes von 22 Tagen und eines fünf Monate alten Fötus (bei *Dejerine* Fig. 338, 357, 358, 364). Auf der anderen Seite sah *Retzius* beim Kaninchen nichts von solchen Anhängen, wohl aber fand er die betreffenden Dendriten alle in kurzen Zwischenräumen mit Auftreibungen versehen oder varikös (l. c. Fig. 6). Nach meinen Erfahrungen kommen beim erwachsenen Menschen und bei ausgebildeten Säugern (Pferd, Hund, Katze und Kaninchen) an den genannten Spitzenfortsätzen der Pyramidenzellen keine dornartigen Anhänge oder varikösen Auftreibungen vor (Fig. 730), wohl aber bei jungen Geschöpfen (s. Fig. 727 von einer jungen Katze und die Fig. 358 von *Azoulay*), womit auch das Verhalten der *Purkinje*'schen Zellen des *Cerebellum* stimmt (s. Fig. 533 und die Abbildungen von *Retzius* und *S. Ramón*) und betrachte ich demnach die Varikositäten als Entwicklungsstadien, während die Dornen wohl in der Mehrzahl der Fälle als Kunstprodukte anzusehen sind.

Die übrigen Protoplasmafortsätze der grossen Pyramidenzellen, die ich Basalfortsätze nenne, zeigen ein ungemein wechselndes Verhalten und spotten jeder genaueren Beschreibung. Vom Menschen zeigt die Fig. 729 einige auffallendere Fälle, während die Figg. 727 und 728 von Thieren gute Beispiele darstellen. Besondere Erwähnung verdienen einmal die bald grössere, bald geringere Zahl solcher Ausläufer, dann ihre hier spärlichere, dort reichere Verästelung, endlich ein Verhalten, das ich noch nirgends erwähnt und abgebildet finde, dass nämlich gewisse basale Protoplasmafortsätze eine ungemeine Länge

besitzen. Solche *lange Basalfortsätze* kommen zu einem bis dreien an einer Zelle vor (Fig. 729), übertreffen oft den Spitzenfortsatz an Länge, sind auf lange Strecken unverästelt und liessen sich ihre letzten Enden noch nicht mit Sicherheit nachweisen. Was ihren Verlauf anlangt, so ist derselbe meist horizontal, doch können dieselben auch in schiefer Richtung in die äusseren oder inneren Lagen der Rinde eindringen. Im Uebrigen sei noch erwähnt, dass in einzelnen Fällen solche lange Fortsätze auch von den tieferen Theilen der Spitzenfortsätze abgehen, wie die Fig. 729 einen solchen Fall zeigt.

Fig. 729.

Die nervösen oder Achsencylinderfortsätze, die *Neuraxonen* oder *Axonen* der grossen Pyramidenzellen entspringen mit einer kleinen Verdickung von der Basis des Zellkörpers und verlaufen gerade oder leicht geschlängelt durch die tieferen Lagen der Rinde geraden Weges in die weisse Substanz und bilden durch ihr Zusammentreten die oben beschriebenen Markstrahlen. In der Marksubstanz entziehen sich dieselben beim Menschen und bei grösseren Säugern der weiteren Verfolgung, lassen sich dagegen bei kleinen Geschöpfen (Maus, Ratte,

Fig. 729. Vier grosse Pyramidenzellen des Menschen. Starke Vergrösserung. *Golgi. n Axon.*

Kaninchen) mit Leichtigkeit einerseits bis in und durch den Streifenhügel in die *Capsula interna* und andererseits in den Balken verfolgen, von welchen Verhältnissen weiter unten ausführlicher die Rede sein wird. Alle Axonen der grösseren Pyramidenzellen, die beim Erwachsenen ganz unzweifelhaft bis nahe an ihre Zellen heran eine Markscheide besitzen, geben in ihrem Verlaufe durch die Rinde feine Seitenäste oder Collateralen ab, deren Bedeutung nach den Entdeckungen von *Flechsig* beim Menschen (S. Sächs. Ber. 1889 u. *Du Bois'* Arch. 1889 S. 537 Tf. X) eine sehr wichtige zu sein scheint, indem dieselben im ausgebildeten Zustande ebenfalls eine Hülle von Nervenmark besitzen, so dass somit jede Pyramidenzelle nicht nur, wie man zuerst annahm, mit einer einzigen, sondern mit mehreren oder vielen echten Nervenfasern in Verbindung stände. Vom Menschen hat *Golgi* eine grosse Zahl von Abbildungen der Collateralen der Pyramidenzellen (S. Taf. I Fig. 1—9, Taf. II von sehr verschiedenen Windungen Fig. 3 u. 4, Taf. III, IV). Ausserdem ist mir nur Eine Abbildung von *Azoulay* (bei *Dejerine* Fig. 338) bekannt, die solche Collateralen in der Zahl von sechs zeigt, von denen drei einmal gabelig sich theilen, doch kann ich denselben eine Anzahl eigener Erfahrungen an jungen und erwachsenen Individuen beifügen, die ganz mit denen von *Golgi* stimmen. Doch bemerke ich, dass es mir beim Menschen auch nicht gelungen ist, reichere Verästelungen der Collateralen der Pyramidenzellen zu beobachten, wie dieselben bei Thieren leicht wahrzunehmen sind und dass ich auch noch nicht mich davon überzeugen konnte, dass auch die Axonen der kleinen Pyramiden Collateralen besitzen.

Weitere Angaben besitzen wir durch *S. Ramón* von der Maus, bei der die Zahl der Collateralen der grossen Pyramidenzellen von 4—8—10 schwankt. Dieselben finden sich hier nur an den oberen Theilen der Axonen, theilen sich ein oder zweimal und enden bei jungen Geschöpfen (Maus) frei und leicht verdickt. Bei erwachsenen Thieren sind diese Collateralen viel länger und ihre Enden nur sehr schwer und oft gar nicht wahrzunehmen. Der Verlauf dieser Collateralen ist bei der Maus horizontal oder schief, doch steigen dieselben nicht selten auch gegen die Oberfläche empor (*Ramón* Figg. 7, 14, 15, *Azoulay* bei *Dejerine* Fig. 338 vom Menschen) und erreichen nahezu die oberflächliche weisse Lage. Ich finde diese Collateralen bei der Maus, Ratte, dem Kaninchen, der Katze sehr schön entwickelt und mache namentlich darauf aufmerksam, dass dieselben in gewissen Gegenden in ganz unglaublicher Menge sich finden. Als solche sind einmal die oben beschriebenen, weissen horizontalen Querbänder zu bezeichnen, die einem guten Theile nach aus solchen Collateralen bestehen und auch bei Thieren wesentlich aus markhaltigen Fasern zusammengesetzt sind. Aber auch zwischen diesen Streifen findet sich an vielen Orten eine grosse Menge solcher Collateralen, so dass grosse Strecken der Rinde bei jungen Geschöpfen wie ein dichter Filz radiärer und tangentialer Fäserchen sich ausnehmen.

Ebenso wie die grossen Pyramidenzellen verhalten sich auch die kleinen Pyramiden der äusseren grauen Lage (Fig. 722, 728 die eine oberflächliche Zelle, Fig. 726 von einem jungen Geschöpfe), sowohl was ihren Spitzenfortsatz, als auch die übrigen Dendriten anlangt. Was dagegen die Axonen betrifft, so ist es mir bisher noch nicht gelungen, an denselben Col-

lateralen nachzuweisen, was sowohl für die Maus (Fig. 726) als auch für das Kaninchen Geltung hat (S. auch weiter unten).

Endlich kommen diesen kleinen Pyramidenzellen z. Th. ganz gleiche, z. Th. ähnliche Elemente einmal mitten in der Lage der grösseren Pyramidenzellen (Fig. 722 *kl.Pyr.II*) und dann auch in der Schicht der polymorphen Zellen vor, nur dass die Zellenkörper derselben oft mehr birnförmig oder rundlich, spindelförmig oder polygonal sind. Wichtiger als dieses Verhältniss ist der Umstand, dass die Spitzenfortsätze dieser Zellen, die meist ganz deutlich ausgesprochen sind, niemals die oberflächliche weisse Zone erreichen, sondern in den tieferen Theilen der Rinde mit gewöhnlichen Verästelungen wie die Basalfortsätze enden.

Fig. 730.

Die Grösse der Pyramidenzellen wechselt innerhalb bedeutender Grenzen und verdanken wir besonders *Hammarberg* in dieser Beziehung zahlreiche und sorgfältige Untersuchungen. Die kleinsten Zellen der Art messen von 4—10 μ Breite : 6—20 μ Länge, mittlere von 15—20 μ : 20—30 μ. Als grosse Pyramidenzellen lassen sich Zellen von 20—25 μ : 30—35 μ bezeichnen und mit dem Namen Riesenpyramiden bezeichnet man seit *Betz* Elemente, deren Länge von 35 μ bis 70 und 80 μ beträgt bei einer Breite von 30—50 μ.

Was die Anordnung dieser und der anderen Zellen der Hirnrinde anlangt, so stehen dieselben, soweit als Markstrahlen vorkommen, in Reihen und innerhalb dieser nicht selten in Gruppen oder in rundlichen Häufchen. In der tangentialen Richtung findet man gewöhnlich Zellen einerlei Grösse linienförmig aneinander gereiht und habe ich eine solche Anordnung besonders deutlich bei den Riesenpyramiden des Menschen gefunden, von denen oft 5, 6 und mehr in einer Reihe ziemlich dicht beisammen stehen (Fig. 730 und 731). An *Golgi*'schen Präparaten bilden dann die basalen ungemein entwickelten Dendriten

Fig. 730. Uebersichtsbild der Lagerung und Zahl der Riesenpyramiden in der vorderen Centralwindung eines Mannes von 43 Jahren. *Weigert.* Gez. bei Syst. I, Oc. I, k. Tub. und um die Hälfte verkleinert.

solcher Zellen einen quer verlaufenden dichten Filz, den ich nicht besser als mit einer Dornenhecke vergleichen kann.

Unter den polymorphen Zellen kommen neben anderen auch Zellen von *Golgi*'s I. Typus vor, die zum Theil die gewöhnliche Pyramidenform besitzen, zum Theil Spindel-, Birn- und Sternform haben. Dieselben stehen an den Kämmen der Windungen senkrecht, an den Abhängen und in den Windungs-

Fig. 731.

thälern jedoch horizontal oder den Furchen parallel, was, soweit mir bekannt, zuerst von *Meynert* und später von *Hammarberg* (s. u.) erwähnt wird.

Der Nachweis, dass die Collateralen der nervösen Fortsätze der grossen Pyramidenzellen markhaltig sind, gelang zuerst einem Schüler von *Flechsig*, *Held*, im Laboratorium der Nervenklinik durch eine Kombination der *Golgi*'schen Sublimatfärbung und der *v. Branca*'schen Rothholzfärbung, in Betreff welcher Methode für Näheres auf die kurze

Fig. 731. Sieben Riesenpyramiden der vorigen Figur mit den dazu gehörenden Markstrahlen und tangentialen und schiefen Fasern. Bei Syst. III, Oc. III, lg. Tub. eines *Leitz*, *Weigert*. Die birnförmigen Lücken zwischen den Fasern werden von kleinen Pyramidenzellen erfüllt.

gr. P

kl. P II

RP

RP

PZ

Fig. 732. Aus einer Centralwindung des Menschen, tiefer Theil. *Golgi.* Gez. bei Syst. III, Oc. III, lg. Tub. *grP* Erste Lage der grossen Pyramiden; *klPII* Zweite Lage der kleinen Pyramiden; *PZ* Lage der polymorphen Zellen; *RP* Riesenpyramiden.

Notiz von *Flechsig* (Ueber eine neue Färbungsmethode des centralen Nervensystems und deren Ergebnisse bezüglich des Zusammenhanges von Ganglienzellen und Nervenfasern, 3 S. mit 1 Taf. in Sächs. Ber. 5. Aug. 1889) verwiesen wird. Mit dem japanischen Rothholze gelang es alle markhaltigen Nervenfasern bis zu den feinsten herab karminroth zu färben, während die Zellkörper, die Dendriten und die Anfänge der Axonen tief schwarz gefärbt waren. Bemerkenswerth war ferner, dass an Theilungsstellen und Abgangsstellen von Collateralen das Nervenmark fehlte und nur der Achsencylinder vorhanden war, gerade wie an peripheren Nerven an den *Ranvier*'schen Einschnürungen und bei sich entwickelnden Nervenfasern (siehe meine Beobachtungen über die Schwanznerven der Batrachierlarven in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLIII), welche Thatsache als Unterstützung der besonders von *S. Ramón* vertheidigten Annahme dienen kann, dass auch an centralen Fasern den *Ranvier*'schen Einschnürungen gleichwerthige Stellen vorkommen, welcher Annahme auch ich nach erneuten Untersuchungen in so fern beitreten kann, als an *Weigert*'schen Präparaten an allen längeren, frei liegenden Nervenfasern in bestimmten kleineren Intervallen von etwa 0,1—0,2 mm marklose Zwischenstellen vorkommen. Endlich verdient Beachtung, dass bei *Flechsig*'s Untersuchungen alle Axonen von Zellen des Occipital-Lappens, die untersucht wurden, fünf an der Zahl, schon nahe an den Zellen Collateralen besassen, z. Th. in solcher Menge (s. Fig. 5), dass man an Zellen von *Golgi's* II. Typus denken könnte, was, wenn es sich bewahrheitete, von grossem Interesse wäre. Zwei Zellen aus der Gegend des *Sulcus centralis* dagegen zeigten in der Nähe der Zelle gar keine oder nur Eine Collaterale (Fig. 6 und 7).

Ich selbst habe bis jetzt nur Einen Versuch mit brasilianischem Rothholz gemacht und wohl rothe markhaltige Fasern erhalten, aber bis jetzt keine Zellen zu isoliren vermocht, oder an Schnitten mit Fasern in Verbindung gesehen.

§ 179.

Verhalten der Elemente der Hirnrinde im Einzelnen. (Fortsetzung.) — Zellen von *Golgi*'s II. Typus, Zellen mit aufsteigendem Axon. Pluripolare Zellen von *Ramón*.

Eine zweite nicht unwichtige Gruppe von Nervenzellen bilden diejenigen, deren nervöse Fortsätze das Gebiet der Rinde nicht überschreiten und im Allgemeinen als Zellen mit kürzeren nervösen Fortsätzen oder als *Golgi*'sche Zellen des II. Typus bezeichnet werden können. Von solchen Zellen sind bis jetzt zwei Abarten bekannt und zwar 1. Zellen der grauen Lagen mit nach allen Richtungen ungemein reich verzweigten *Neuraxonen* und 2. von *Martinotti* entdeckte Zellen der tieferen und mittleren Lagen der Rinde mit aufsteigenden, in der oberflächlichen weissen Lage endenden Achsencylinderfortsätzen. Als Elemente von noch zweifelhafter Bedeutung sind ferner zu nennen von *S. Ramón* zuerst gesehene Zellen der äusseren weissen Schicht mit horizontalen mehrfachen Fortsätzen, die *S. Ramón* alle für nervös hält, sogenannte pluripolare Zellen *S. Ramón* oder *Cajal*'sche Zellen von *Retzius*.

1. Echte Zellen von *Golgi*'s II. Typus.

Diese von *Golgi* entdeckte Zellenform findet sich im Ganzen nicht häufig und kommen solche Elemente in beiden grauen Lagen, vor allem aber in der Schicht der polymorphen Zellen, sehr selten auch in der weissen Rindenschicht vor. Abbildungen derselben finden sich bei *Golgi* Taf. I Fig. 10 vom Menschen aus einer Stirnwindung, bei *S. Ramón*, Gehirn l. c. Fig. 7 von der Maus, Fig. 9 und 10 vom Kaninchen, Zeitschr. f. wiss. Zool. Fig. 20a aus der oberflächlichen weissen Schicht des Occipitallappens. Eine derartige von mir beobachtete Zelle giebt die Fig. 733 wieder.

Das Bezeichnende dieser Zellenform ist das, dass ihr *Neuraxon* einmal

schon nahe an seinem Ursprunge seine Verästelung beginnt und seine Individualität nicht länger bewahrt. Zweitens nimmt die ganze Verästelung desselben eine nahezu kreisförmige oder halbkreisförmige Fläche ein und ist sehr reich. Endlich dringen die Enden desselben niemals in das *Stratum zonale* ein. Schöne Beispiele solcher Zellen geben die Figg. 9 und 10 von *S. Ramón* und macht er an denselben auf häufig vorkommende vertikale, auf- oder absteigende Aestchen aufmerksam, welche *Martinotti* mit Unrecht als absteigende *Neuraxonen*

Fig. 733.

von Pyramidenzellen angesehen und als Beweis von Anastomosen der *Golgi*'schen Zellen des II. Typus mit Pyramidenzellen angesehen hat.

Zu den *Golgi*'schen Zellen des II. Typus zähle ich nicht nur die Zellen, die *Ramón* in der oberflächlichen weissen Lage des Hinterhauptlappens gefunden hat, sondern alle ähnlich gebauten Zellen derselben Schicht, wie z. B. die polygonalen Zellen des Kaninchens in der Gehirnarbeit dieses Autors Fig. 3.

Fig. 733. Eine *Golgi*'sche Zelle II. Ordnung aus einem horizontalen Schnitte des Stirnhirns einer Katze von 14 Tagen. Axon roth. Gez. b. Syst. VII, Oc. I, k. Tub. u. um $^{1}/_{3}$ verkleinert.

Alle diese Zellen sind durch die geringere Reichhaltigkeit ihrer Verästelungen bemerkenswerth und ferner dadurch, dass diese nicht über den Bereich der oberflächlichen weissen Lage herausgehen.

2. Zellen mit aufsteigenden *Neuraxonen*.

Golgi ist der erste, der in den tiefen Lagen der grauen Hirnrinde Zellen mit aufsteigenden Axonen wahrgenommen hat (Taf. I Fig. 7, Taf. III zwei Zellen), doch gelang es erst seinem Schüler *Martinotti*, zu zeigen, dass gewisse dieser Zellen in der oberflächlichen weissen Schicht enden (Intern. Monatsschrift Bd. VII 1890). Seit dieser Zeit sind diese Elemente besonders von *S. Ramón* weiter verfolgt und in der Fig. 6 seiner Hirnarbeit dargestellt worden. Die Zelle der Art, die *Martinotti* gezeichnet hat, befand sich in der Lage der kleinen Pyramiden und war von dreieckiger Gestalt. *S. Ramón* dagegen findet bei der Maus, der Ratte, dem Kaninchen dieselben mehr spindelförmig und rundlich und vorzugsweise in dem inneren Drittheile der Rinde gelegen. Ferner bemerkt er, dass nicht alle Neuraxonen solcher Zellen die oberflächliche weisse Lage erreichen, sondern wie die zwei Zellen der Fig. 6 *cc* schon vorher enden, nachdem sie eine gewisse Zahl horizontaler Collateralen abgegeben haben. Die Mehrzahl dieser Elemente erreicht jedoch die oberflächliche weisse Lage und endet in derselben mit verästelten horizontalen, weit verlaufenden Fasern (*S. Ramón*, Fig. 6b). Vorher giebt der gerade und senkrecht aufsteigende Neuraxon einzelne Collateralen ab.

Fig. 734.

In die weisse Lage eintretend theilt sich der Axon meist in zwei in entgegengesetzter Richtung verlaufende Aeste, die nicht selten Collateralen abgeben

Fig. 734. Drei Zellen mit aufsteigenden Axonen *n* vom Erwachsenen aus dem tieferen Theile der Rinde des Parietallappens. Gez. bei Syst. V, Oc. III, k. Tub. und um 1/3 verkleinert.

und dann mit wellenförmigen Schlängelungen und wiederholten Theilungen in dem Gewirre der horizontalen Fäserchen der betreffenden Lage sich verlieren. Die letzten Enden dieser Fäserchen, deren Gesammtverlauf kaum zu beobachten ist, tragen oft unter rechten oder stumpfen Winkeln abgehende kurze Aestchen oder dornenartige Anhänge, die mit einer Varikosität enden.

So weit *S. Ramón*. Ich finde diese *Martinotti*'schen Zellen z. Th. viel verwickelter gebaut und lege zum Beweise dessen eine Reihe von Zeichnungen vor. Vom Menschen zeigt die Fig. 734 drei solche Zellen vom Erwachsenen, die in den tieferen Lagen der grauen Substanz nebeneinander ihre Lage hatten, deren Neuraxon jedoch nur in einer gewissen Länge imprägnirt war, jedoch immerhin an der am meisten rechts gelegenen Zelle zwei gabelförmige Theilungen zeigte. Die Zellen selbst waren eher spindelförmig und zeigten namentlich starke absteigende Dendriten, die bei zweien derselben von zwei starken Stammfasern ausgingen und z. Th. sich reichlich und weit verästelten. Doch waren an allen drei Zellen auch aufsteigende Dendriten da und hatten diese Elemente einen ganz anderen Habitus als die von *Ramón* in seiner Fig. 6 dargestellten.

Fig. 735.

Bei der Maus fanden sich im *Gyrus fornicatus* über dem Balken noch abweichendere Formen. Die Fig. 735 zeigt drei Zellen mit aufsteigenden Achsencylindern. Zwei derselben, in der Lage der kleinen Pyramiden befindliche, weisen nicht viel besonderes auf, wohl aber die dritte in der Schicht der grossen Pyramiden

Fig. 735. Zellen mit aufsteigenden Axonen, die nicht bezeichnet sind, aus dem *Gyrus fornicatus* neben der Längsspalte des Gehirnes einer 6 Tage alten Maus. Vergrösserung wie bei Fig. 732.

vorkommende, der die langen absteigenden Collateralen ein ganz besonderes Gepräge geben, während das Ende des Neuraxon in ganz typischer Weise sich verhält und mit zwei unter stumpfem Winkel auseinander tretenden Aesten in die weisse Rindenlage übergeht. Ausserdem stellt die Fig. 735 noch einen *Neuraxon* einer *Marti-*

Fig. 736.

notti'schen Zelle dar, dessen Zellenkörper nicht sichtbar ist. Ebenso oder noch auffallender ist die Fig. 736 von derselben Gegend der Maus, bei der

Fig. 736. Zelle mit aufsteigendem Achsencylinder aus dem *Gyrus fornicatus* einer Maus von 6 Tagen. Gez. bei Syst. VII, Oc. I, k. Tub. und um 1/3 verkleinert.

die Zahl der Collateralen des *Neuraxon* noch grösser ist und ihr absteigender Verlauf ebenfalls nicht fehlt, so dass man die Zelle für eine des II. *Golgi*'schen Typus zu erklären geneigt sein könnte, wenn nicht die Endigung in der weissen Oberflächenlage da wäre, wie bei den anderen Elementen dieses Typus. Wieder anders gestaltet sich die Zelle Fig. 737 aus dem Hirn der Katze, die durch den doppelten starken, abwärtsgehenden Dendritenstamm sich auszeichnet, ferner durch die zahlreichen Collateralen an dem aufsteigenden *Neuraxon*, endlich durch den langen absteigenden, mehrfach getheilten Ast *n'* desselben.

Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, wie wandelbar die Zellen mit aufsteigenden *Neuraxonen* sind. Unter allen Verhältnissen aber bleibt bei der grossen Mehrzahl derselben ein Charakter beständig, der als der wichtigste erscheint, ihre Hauptendigung in der oberflächlichen weissen Lage, an deren Bildung dieselbe wesentlich sich betheiligt. Da in dieser Lage ausserdem nur noch die Enden der Dendriten der oberflächlichen kleinen und der grossen Pyramidenzellen sich betheiligen und die Enden der noch zu erwähnenden centripetalen Fasern und diese Lage sehr viele markhaltige Fasern enthält, so ist klar, dass die Axonen der Zellen mit aufsteigenden nervösen Fortsätzen in dem grössten Theile ihres Verlaufes mit Markscheiden umhüllt sind, eine Auffassung, mit der auch *S. Ramón* übereinstimmt (Écorce cérébrale S. 28).

Fig. 737.

Fig. 737. Zelle mit aufsteigendem Axon aus dem Gehirne einer Katze von 9 Tagen. Vergr. wie bei Fig. 736. *n* Aufsteigender Axon; *n'* lange absteigende Collaterale.

3. Pluripolare Zellen *S. Ramón, Cajal*'sche Zellen *Retzius*.

Diese von *Ramón* beim Kaninchen entdeckten Elemente, die auch bei der Maus, Ratte und Katze sich finden, wurden von *S. Ramón* früher (La Cellule VII_1) als Zellen mit Dendriten und mehrfachen, von den Enden oder Seitenästchen dieser abgehenden *Neuraxonen* beschrieben. In einer späteren Arbeit (Nouvelles idées sur la structure du système nerveux édit. française par le Dr. *Azoulay* 1894 S. 47) spricht *Ramón* die Ansicht aus, dass diese Zellen nur einerlei Fortsätze und zwar ausschliesslich nervöse besitzen. Diese Elemente kommen in zwei etwas abweichenden Formen vor und zwar:

a) Als spindelförmige Zellen (La Cellule Fig. 1, Nouv. idées Fig. 11 *AC*). Ihr spindelförmiger Körper steht horizontal und entsendet an jedem Pole einen nahezu geraden, fast glatten Fortsatz. Dieser giebt unter rechten oder annähernd rechten Winkeln einige aufsteigende Aestchen ab und biegt sich hierauf gegen die Oberfläche des Gehirnes, um sich schliesslich in zwei, drei oder mehr horizontal verlaufende Fäden aufzulösen, die sehr lang und varikös ganz das Ansehen von marklosen Nervenfasern haben. Diese Endfäden geben meist unter rechten Winkeln feine Aestchen ab, die ausschliesslich in der weissen oberflächlichen Schicht verlaufen und zuletzt frei enden.

b) Dreieckige oder sternförmige Zellen (La Cellule Fig. 2; Nouv. idées Fig. 11 *B*). Diese Elemente sind zahlreicher und grösser als die Spindelzellen, denen sie sonst in allen Verhältnissen gleichen, nur dass sie mehr als zwei Hauptausläufer besitzen.

Die pluripolaren Zellen finden sich nach *S. Ramón* in den tieferen Theilen der oberflächlichen weissen Lage, während die hier vorkommenden Zellen von *Golgi*'s II. Typus mehr in den oberflächlichen Theilen dieser Schicht ihren Sitz haben. *Ramón* glaubt auch bei einem Kuhfötus und bei einem Hunde ähnliche Elemente gesehen zu haben. Ich kann wie *Retzius* (Biol. Untersuch. Bd. V Taf. I und II) das Vorkommen dieser Elemente bei Säugern und zwar bei der Maus und dem Kaninchen bestätigen und gebe in Fig. 736 eine getreue Abbildung solcher Zellen vom Kaninchen, die drei etwas von einander abweichende Formen darstellt, die

Fig. 738.

Fig. 738. Drei *Cajal*'sche Zellen C, C^1, C^2 aus Längsschnitten der Rinde des *Gyrus fornicatus* des Kaninchens nach drei Präparaten zusammengestellt. Gez. bei Syst. VII, Oc. I, k. Tub. und um die Hälfte verkleinert. Die gerade Linie bedeutet die Oberfläche des Gehirns.

jedoch alle das gemein haben, dass sie mit senkrechten, aufsteigenden, meist unter rechten Winkeln abgehenden Aestchen gegen die Hirnoberfläche heranreichen.

Was die Bedeutung dieser eigenthümlichen Elemente betrifft, so hält *S. Ramón* dieselben für eine besondere Art von Nervenzellen und zieht jetzt die *Spongioblasten* der Netzhaut und die Körner des *Bulbus olfactorius* zur Vergleichung heran, ohne etwas Sicheres über die Funktion derselben aussagen zu können. Mir scheint es vorläufig gerathener, kein bestimmtes Urtheil weder nach der einen, noch nach der anderen Seite abzugeben, da für einmal doch nicht als festgestellt angesehen werden kann, dass Nervenzellen mit mehr als zwei Axonen vorkommen. Vor kurzem hat allerdings *d'Erchia* im *Ganglion ciliare* Zellen mit drei Axonen beschrieben.

Beim Menschen waren bis vor kurzem keine Elemente bekannt, die sich mit den pluripolaren Zellen von *S. Ramón* hätten vergleichen lassen. Nun hat aber *Retzius* im Jahre 1891 bei menschlichen Embryonen in der äussersten Lage der Hirnrinde ein System sehr eigenthümlicher Elemente entdeckt (Verh. des biol. Ver. in Stockholm Nr. 12 S. 90—102), von denen meine Figg. 739 und 740 eine Vorstellung geben, die möglicherweise mit den von *Ramón y Cajal* beschriebenen Elementen zusammengehören. Zwar hielt *Retzius* diese Elemente anfangs (l. c.) für Neurogliazellen, später jedoch (Biol. Unters. Bd. V S. 1—9 Taf. III—IV u. Bd. VI S. 29—37 Taf. XIV—XIX) neigte er sich der Ansicht zu, dass dieselben mit den von *Ramón y Cajal* beschriebenen Elementen in eine Kategorie gehören und schlug vor, diese Bildungen alle als *Cajal*'sche Zellen zu bezeichnen. Zugleich ist er jetzt der Meinung, dass diese Elemente doch möglicherweise nervöser Natur sind, ohne jedoch sich mit voller Bestimmtheit auszusprechen.

Bevor wir die Frage nach der Bedeutung der pluripolaren Zellen von *Ramón y Cajal*, die wir nach dem Vorgange von *Retzius* fortan *Cajal*'sche Zellen heissen und den beim Menschen vorkommenden eigenthümlichen Rindenzellen, die wir *Retzius*'sche Zellen nennen wollen, erörtern, ist es nöthig, auf die Entdeckungen von *Retzius* über diese bisher unbekannte Zellenform beim Menschen näher einzugehen. Die Zellen von *Retzius* haben im Allgemeinen eine dicke konische Gestalt und kehren das spitze Ende einwärts, während ihr breites Ende oft an der Oberfläche liegt oder einen sich verbreiternden Ausläufer dahin sendet. In vielen Fällen ziehen vom Zellkörper eine grössere oder geringere Zahl von dünnen und dickeren Fasern oder Fortsätzen gegen die Oberfläche, um an derselben oder in deren Nähe mit Verdickungen zu enden. Vom Zellenkörper zweigen sich ausserdem nach den Seiten oder einwärts Aeste ab, die horizontal (tangential) oft weit verlaufen und von Stelle zu Stelle nach der Oberfläche der grauen Rinde unter rechten Winkeln von kleinen Verdickungen aus Seitenäste abgeben, die ebenfalls nach der Oberfläche ziehen und mit Verdickungen enden. Diese horizontalen Seitenäste sind oft recht stark, andere Male schwächer, niemals varikös, sondern steif und glatt von Aussehen und verlaufen im Allgemeinen mit vielen nach der Tiefe gerichteten Konvexitäten, guirlandenförmig, wie *Retzius* dies bezeichnet. Indem nun an vielen Stellen 6—8 und noch mehr solcher horizontalen Aeste übereinander liegen, die alle zahlreiche

Nebenäste unter rechten Winkeln nach aussen abgeben, entsteht ein eigenthümliches Gitterwerk, um so auffallender, als bei dem langen Verlaufe dieser Seitenäste stets nur ein Theil derselben direkt auf die Zellen, von denen sie abstammen, bezogen werden kann.

Diese sehr eigenthümlichen von *Retzius* entdeckten Elemente, deren wandelbare und doch im Ganzen in ziemlich engen Grenzen sich haltenden Formen in den angeführten Prachtwerken des berühmten schwedischen Gelehrten in grosser Reichhaltigkeit dargestellt sind, sind nicht schwer nachzuweisen und habe ich dieselben bei Embryonen von 22, 23 und 35 cm Länge genau so befunden, wie *Retzius* sie schildert und verweise auf die beiliegenden Originalfiguren (Figg. 739, 740).

Ebensowenig wie *Retzius* gelang es mir aber auch solche Elemente bei Kindern und bei Erwachsenen deutlich und bestimmt nachzuweisen und stimme ich vollkommen bei, wenn *Retzius* diese Zellen als mehr embryonale bezeichnet.

Schwierig gestaltet sich die Deutung der

Fig. 739.

Fig. 739. *Stratum zonale* einer Gehirnwindung eines menschlichen Embryo von 23 cm Länge bei Syst. VII, Oc. III, k. Tub. eines *Leitz* gezeichnet und um $^1/_3$ verkleinert. R, R^1, R^2 drei *Retzius'*sche Zellen; *Tf* Tangentialfasern in Verbindung mit *Retzius'*schen Zellen; Tf^1 ebensolche, an denen keine Verbindung mit Zellen zu sehen war; *rF* radiäre Faser der Zelle R^2.

Cajal'schen und *Retzius*'schen Zellen. Fürs erste bin ich der Meinung, dass die beiderlei Elemente auseinander zu halten sind und habe ich mit Vorbedacht besondere Namen für dieselben gewählt. Die *Cajal*'schen Zellen sind viel einfachere Elemente und im Ganzen seltenere Bildungen als die Zellen von *Retzius*. Auch sind dieselben nervösen Elementen so ähnlich, dass ich vorläufig eher geneigt bin, dieselben für Nervenzellen zu halten. Was dagegen die *Retzius*'schen Zellen betrifft, so machen dieselben auf mich ganz entschieden den Eindruck von Gliazellen und möchte ich vorschlagen, dieselben für eine besondere transitorische Form solcher zu erklären. Dass neben den-

Fig. 740.

selben andere, ich möchte sagen, mehr typische Formen von Gliazellen bei menschlichen Embryonen sich finden, wissen wir ja, namentlich aus den sorgfältigen Untersuchungen von *Retzius* selbst, wir wissen aber auch, dass an einem und demselben Orte sehr verschiedene Formen solcher sich finden. Wären die *Retzius*'schen Zellen Nervenzellen, so wüsste ich wenigstens den zahlreichen, an der Oberfläche endenden Ausläufern derselben keine Funktion zuzuschreiben und bliebe die ganze verwickelte Einrichtung vollkommen räthsel-

Fig. 740. Eine *Retzius*'sche *R* und zwei Gliazellen *Gl* aus der Hirnrinde eines menschlichen Embryo von 22 cm bei Syst. VII, Oc. III, k. Tub. eines *Leitz* gez. und um 1/3 verkleinert.

haft. Bei diesem Ausspruche gebe ich noch zu bedenken, dass die oberflächlichen Ausläufer der *Retzius*'schen Zellen alle in der oberflächlichen Gliaschicht des Gehirnes enden, die über dem *Stratum zonale* liegt und keine Nervenfasern enthält.

§ 180.

Verhalten der Elemente der Hirnrinde im Einzelnen (Fortsetzung). Marklose Nervenfasern bei jungen Geschöpfen.

Die Nervenfasern, die in der Hirnrinde sich finden, können in zwei Abtheilungen gebracht werden. Erstens in solche, die in loco von den verschiedenen Zellenformen einer bestimmten Gegend der Hirnrinde entspringen und zweitens in andere, die ohne mit den Nervenzellen der betreffenden Gegend in Verbindung zu stehen, von anderen Orten abstammen und in diesen ihre Ursprungszellen besitzen.

Fassen wir zunächst die erste Abtheilung näher ins Auge, so erhebt sich die wichtige Frage, wie die Axonen der typischen Pyramidenzellen sich verhalten. Diese Axonen verlaufen alle centrifugal aus der Rinde in die weisse Substanz hinein und gehören demnach ganz bestimmten Faserkategorien an und zwar einmal dem Projektionsfaser-System, das in der *Corona radiata* und durch dieselbe mit dem Streifenhügel, dem *Thalamus opticus* und dem Hirnstiele in Verbindung steht und zweitens dem Systeme der Associationsfasern, an dem wir einseitige Associationsfasern von näheren oder entfernteren Windungen einer und derselben Hemisphäre und beiderseitige, die beide Hemisphären in Verbindung setzen, wie die Balkenfasern, unterscheiden.

Was erstens die Herkunft der Projektionsfasern betrifft, so hat *v. Monakow* der Vermuthung Raum gegeben (Arch. des sciences phys. et natur. XX 10. Oct. 1888), dass dieselben nur von den grossen Pyramidenzellen ausgehen, während *S. Ramón* der Ansicht ist, dass dieselben von allen Zellen der Rinde abstammen, von den kleinen oberflächlichen Pyramiden und von den polymorphen Zellen ebensogut wie von den grossen Pyramiden. Für diese seine Ansicht führt *Ramón* eine gewisse Zahl von Beobachtungen ins Feld. So bildet er (La Cellule Tom VII Fig. 14 *ja*) zwei kleine Pyramidenzellen von der Maus ab, die ihren Axon in die Projektionsfaserbündel im Streifenhügel entsandten und in derselben Figur sind bei *ce* zwei Axonen (freilich ohne Zellen) von polymorphen Zellen gezeichnet, die ebenso sich verhielten. Weiter stützt sich *Ramón* an einem anderen Orte (Nouvelles idées Paris 1849 S. 58) darauf, dass die Projektionsbündel, die durch den Streifenhügel verlaufen, feinere und gröbere Fasern enthalten, indem er von der Voraussetzung ausgeht, dass grosse Zellen stärkere Axonen, kleine Zellen dagegen feinere Projektionsfasern liefern. Diese letztere Thatsache ist jedoch wohl kaum voll beweisend, da ja die Faserbündel im Streifenhügel nicht nur Projektionsfasern, sondern auch centripetale Elemente für den Streifenhügel selbst und für die Hirnrinde enthalten, deren Durchmesser nur ungenügend bekannt sind.

Was meine Erfahrungen betrifft, so kann ich als feststehend bezeichnen, dass auf jeden Fall die grossen Pyramidenzellen bei den Säugethieren Projektionsfasern liefern, denn es ist bei der Maus z. B. im Ganzen genommen leicht, ganze

Bündel von Fasern aus dem Streifenhügel zu diesen Elementen, die in den mittleren Hirngegenden, d. h. der Scheitelbeingegend, meist haufenweise schön gefärbt sind, zu verfolgen. Dagegen ist es mir nicht gelungen, über den Verlauf der Axonen der polymorphen Zellen und der kleinen Pyramiden Bestimmtes zu ermitteln und ist es daher nur als Hypothese zu bezeichnen, wenn ich mich insofern eher der Ansicht *v. Monakow*'s zuneige, als auch ich der Meinung bin, dass die langen Projektionsbahnen, die bis in den Hirnstiel, die Brücke, *Medulla oblongata* und das Mark reichen, von den grossen Pyramidenzellen abstammen. Indem die Axonen dieser Zellen gegen den Streifenhügel zu verlaufen, geben sie, so lange dieselben noch der *Capsula externa* angehören, wie ich mit *S. Ramón* finde, einzelne Collateralen in die graue Rinde ab, die in derselben radiär aufsteigend sich verästeln, jedoch nie bis über die Mitte derselben hinaus verfolgt werden konnten. Auch kommen an diesen Axonen beim Eintritte in die *Capsula externa* ebenfalls schon von *S. Ramón* gesehene, umgekehrt *T*förmige Theilungen vor, in der Weise, dass der eine Ast der Faser in den Streifenhügel übergeht, während der andere in der Richtung auf den Balken horizontal weiter läuft.

Unter den Associationsfasern sind unstreitig die Balkenfasern die wichtigsten. Was den Ursprung derselben betrifft, so habe ich bei der Maus mit Bestimmtheit gesehen, dass dieselben z. Th. von Pyramidenzellen aus der Mitte der Rinde, mithin aus grösseren solchen Zellen, z. Th. von polymorphen Zellen abstammen. Sind die Axonen dieser Elemente in der Höhe der Balkenfaserung angelangt, so biegen sich die einen derselben unmittelbar in Balkenfasern um, während andere umgekehrt *T*förmig in zwei Fasern sich theilen und nach beiden Seiten weiter verlaufen. Auch einzelne in die Rinde aufsteigende Collateralen kommen, wie schon *S. Ramón* sah, an solchen Balkenfasern vor.

Das Ende der Balkenfasern direkt zu verfolgen, ist unmöglich, doch giebt es ein Mittel, dasselbe annähernd sicher zu bestimmen. Wenn man bei der Maus die lateralen Theile der Faserung des Balkenmittelstückes verfolgt, so findet man, dass da, wo dasselbe in den *Gyrus fornicatus* und in die Rinde der oberen Hemisphärenfläche sich hineinbegiebt, ein ganzer Wald von feinen Faserungen auftritt, die im Allgemeinen senkrecht gegen die Hirnoberfläche zu verlaufen. Diese Faserung enthält neben centrifugal verlaufenden Axonen feine centripetal gegen die Oberfläche zu sich verästelnde Fasern, die ich als Enden der Balkenfaserung anspreche und von denen ich annehme, dass sie an dem oberflächlichen horizontalen Fasergewirre der grauen Substanz sich mitbetheiligen.

Die einseitigen Associationsfasern leitet *S. Ramón* vermuthungsweise von allen Zellen der Rinde ab, während er speziell anführt, dass er solche Ursprünge nur bei polymorphen Zellen und hie und da bei grossen Pyramidenzellen wirklich beobachtet habe. Die genauesten Beobachtungen, über die *S. Ramón* verfügt, beziehen sich auf ein Längsbündel, das über dem Balken in jeder Hemisphäre von vorne nach hinten verläuft und das er dem *Fasciculus arcuatus* des Menschen vergleicht (l. c. Fig. 8). In dieses Längsbündel, das ich eher dem *Cingulum* gleich setzen möchte, treten Axonen von Pyramidenzellen ein und aus demselben heraus kommen verästelte Fasern, die bis in die oberflächlichste Rindenschicht sich verfolgen lassen. Ausserdem entsenden die Fasern dieses Bündels auch Collateralen, die in der Rinde aufsteigend sich ver-

zweigen. Unter der Annahme, dass die Fasern dieses Längsbündels nur aus einseitigen Associationsfasern bestehen, wäre bei der Maus wenigstens an diesem Orte das genauere Verhalten derselben nachgewiesen. An Frontalschnitten ist so etwas bis jetzt nicht zu beobachten gewesen und werden bei kleineren Säugern, wie der Maus, bei denen diese Associationsfasern sicher eine viel geringere Rolle spielen, als bei Thieren mit zahlreichen Hirnwindungen, kaum bestimmte Auskünfte zu gewinnen sein. Alles, was ich hier fand, ist, dass grössere Pyramidenzellen der seitlichen Hirntheile Axonen abgeben, die in der *Capsula externa* umgekehrt *T* förmig sich theilten und horizontal nach zwei Seiten weiter verliefen, einmal nach der Seite des Balkens und dann nach der entgegengesetzten Seite. Dieser letzte Ast kann nur eine Associationsfaser derselben Seite gewesen sein, während der andere möglicherweise eine Balkenfaser war. In derselben Weise muss auch bei den oben erwähnten Balkenfasern mit umgekehrt *T* förmig getheilten Axonen der eine Ast als eine einseitige Associationsfaser gedeutet werden. Uebrigens kommen auch Axonen von polymorphen Zellen an Querschnitten vor, die in einer dem Balken entgegengesetzten Richtung verlaufen und höchst wahrscheinlich die Bedeutung von einseitigen Associationsfasern haben.

Fig. 741.

Centripetal verlaufende Fasern der Hirnrinde sind ausser den schon erwähnten Endigungen der Balkenfasern und der einseitigen Associationsfasern:

1. Die aufsteigenden Axonen der *Martinotti*'schen Zellen. Diese verlaufen mit ihrem Hauptstamme, wie es schon *S. Ramón* richtig schildert (l. c. Fig. 6 b), im Allgemeinen senkrecht gegen die oberflächliche weisse Lage und verzweigen sich da sehr reichlich mit geschlängelten, im Allgemeinen tangential verlaufenden Aesten. Zu diesen Fasern rechne ich auch bei der Maus leicht wahrnehmbare Fasern (Fig. 741), die auch *S. Ramón* abbildet (La Cellule Fig. 6 a), die be-

Fig. 741. Einige aufsteigende Axonen aus dem Gehirne der Maus, die wahrscheinlich *Martinotti*'schen Zellen angehören, die in der Zonalschicht sich ausbreiten. Gez. bei Syst. VII, Oc. I, k. T. und um 1/3 verkleinert.

sonders im *Gyrus fornicatus* an der dorsalen Seite des Gehirnes ohne die zu denselben gehörenden Zellen zur Anschauung kommen.

2. Besondere von *S. Ramón* entdeckte Fasern, die ich die *Ramón*'schen heissen will. *Ramón* gelang es, bei einer Maus von 8 und 16 Tagen und einem neugeborenen Kaninchen starke, reich verästelte Fasern aufzufinden, die aus der weissen Substanz meist in schiefer Richtung mit reicher Verästelung die graue Substanz durchzogen und in den nahezu oberflächlichen Schichten derselben endeten (l. c. Fig. 16). Ich habe diese auffallenden Fasern nicht nur beim Kaninchen und der Maus, sondern auch bei jungen Ratten, Katzen

Fig. 742.

und Hunden wahrgenommen und kann Folgendes über dieselben berichten: Erstens die Herkunft dieser *Ramón*'schen Fasern anlangend, über die *S. Ramón* selbst nichts berichtet, so ist es bei jungen Mäusen leicht zu sehen, dass dieselben mit den Projektionsbündeln im Streifenhügel verlaufen und in die *Capsula externa* eingetreten, aus dieser in die graue Rinde einstrahlen. Hier laufen dieselben unter wiederholten gabeligen Theilungen und unter Abgabe einer gewissen Zahl von meist horizontal verlaufenden Collateralen von z. Th. erstaunlicher Länge (*Ramón* mass solche von $^1/_2$ mm) bis in die Gegend zwischen

Fig. 742. Zwei *Ramón*'sche centripetale Fasern *aa* aus dem Gehirne einer Katze von 1 Tage. Gez. bei Syst. III, Oc. III, lg. Tub.

den mittleren und kleinen Pyramidenzellen, wo dann eine ungemein reiche Verästelung dieser Fasern beginnt, wobei viele derselben auf weite Strecken horizontal (tangential) oder nahezu in dieser Richtung verlaufen. In gut gefärbten Präparaten lassen sich dann diese Fasern bis in die oberflächliche weisse Rindenschicht verfolgen, wo dieselben genau ebenso sich verhalten, wie die Enden der

Fig. 743.

Axonen der *Martinotti*'schen Zellen, die jedoch in den Gegenden, wo diese *Ramón*'schen Fasern vorkommen, vielleicht nicht überall zu finden sind.

Fig. 743. Aufsteigende Faser aus dem Grosshirne der Katze von 1 Tage, die wahrscheinlich eine sensible Endigung darstellt. Gez. bei Syst. V, Oc. III, k. Tub. und $^{1}/_{2}$ mal verkleinert.

Ramón'sche Fasern (Fig. 742, 743) finden sich bei allen von mir untersuchten Säugern in den Windungen, die die sagittale Längsspalte begrenzen, in der ganzen Länge des Gehirnes von der Stirne bis zur Occipitalgegend, sowie in den Windungen, die über dem Balken den Seitenventrikel bedecken. Ferner sind dieselben sehr entwickelt an der lateralen Seite des Streifenhügels längs der ganzen Ausstrahlung der *Capsula interna* zu finden.

Von den *Ramón*'schen Fasern in ihrem Verlaufe nicht zu trennen sind mittelfeine centripetale Fasern, welche *S. Ramón* als Enden von Associationsfasern ansieht (S. Fig. 8 k) und diese gehen dann unmerklich über in feine Fasern, denen die Bedeutung von Collateralen und von Enden von Balkenfasern zugeschrieben werden muss (*Ramón* Fig. 8 *rr ss*). So wichtig es auch wäre, diese verschiedenen centripetalen Fasern von einander unterscheiden zu können, wird man doch in vielen Fällen von einer Deutung Umgang nehmen müssen und ist eine solche nur dann berechtigt, wenn es gelingt, den Ursprung der betreffenden Fasern nachzuweisen, in welcher Beziehung schon oben das Nöthige bemerkt wurde.

Fig. 744.

Das letzte Ende der *Ramón*'schen Fasern findet fast immer mit zierlichen Endbäumchen statt, zierlicheren noch, als sie *S. Ramón* in seiner Fig. 16 zeichnet und fiel mir bei der Maus und beim Kaninchen auf, dass an gut gefärbten *Golgi*'schen Präparaten die Gegend dieser Endigungen einen dunkler gefärbten Streifen bildet, der oft auf weite Strecken erkennbar war, und an das äussere weisse Querband der Hirnrinde, den Streifen von *Baillarger*, erinnerte.

Die Bedeutung dieser *Ramón*'schen Fasern anlangend, so halte ich es für unzweifelhaft, dass dieselben centripetal leitende Elemente darstellen, die von entfernteren Gegenden stammen und durch den Hirnstiel und die *Capsula interna* der grauen Rinde zugeführt werden. Am nächsten liegt es offenbar, an sensible Fasern II. Ordnung, vor allem an Schleifenfasern zu denken. Ob auch Enden der cerebralen Acusticus-, Opticus- und Olfactoriusleitung in Gestalt *Ramón*'scher Fasern auftreten, wird weiter zu untersuchen sein.

Zur Vergleichung mit den centripetalen Nervenfasern gebe ich nun noch ein Bild der von *S. Ramón* und *Retzius* beschriebenen und abgebildeten Ependymfasern des Gehirnes von jungen Säugern (Fig. 744). Diese Fasern gehen einerseits von den Ependymzellen der Hirnventrikel aus und enden an der Oberfläche der grauen Substanz mit zierlichen pinselförmigen Verästelungen und freien, leicht verdickten Ausläufern.

Fig. 744. Einige Enden von Ependymfasern aus dem Grosshirne einer Maus von 3 Tagen. Gez. bei Syst. VII, Oc. I, k. Tub. und um 1/3 verkleinert.

§ 181.

Verbreitung der markhaltigen und der marklosen Fasern in der Hirnrinde des Erwachsenen.

Bei Vergleichung der Ergebnisse, welche einerseits die Untersuchung von Gehirnen von jungen Geschöpfen und Embryonen mit der *Golgi*'schen Methode, andererseits die Prüfung der markhaltigen Fasern in der Hirnrinde Erwachsener liefert, fallen auf den ersten Blick grosse Unterschiede, aber auch mannigfache Uebereinstimmungen in die Augen und erscheint es für die Physiologie als sehr bedeutungsvoll, zu prüfen, wie weit das Gebiet der markhaltigen Fasern sich erstreckt. Es kann nämlich nicht bezweifelt werden, dass von Nervenmark umgebene Elemente nicht aufeinander und nicht auf Nervenzellen zu wirken vermögen, auf der anderen Seite aber auch keine Impulse von marklosen Fasern und von Dendriten erhalten können und solche Erregungen zu beantworten nicht im Stande sind. Nach unseren jetzigen Erfahrungen ist eine Möglichkeit von Einwirkungen von nervösen Elementen auf einander nur anzunehmen 1. zwischen marklosen Faserenden und Nervenzellen; 2. zwischen marklosen Faserenden und Dendriten. Ob Dendriten cellulifugal auf andere Dendriten zu wirken im Stande sind, die cellulipetal leiten würden, ist vorläufig sehr zweifelhaft und jedenfalls durch keine bestimmte Thatsache beglaubigt.

Gehen wir von den genannten Sätzen aus, so würde somit zur Entscheidung der Frage, welche Nervenfasern beim Erwachsenen markhaltig und welche marklos sind, eine sorgfältige Vergleichung der marklosen Fasern des Embryo und der markhaltigen Elemente des Erwachsenen, mit anderen Worten eine genaue Kenntniss der allmählichen Ausbildung der Elemente der Hirnrinde gehören. Nun geht uns aber jede Erfahrung über den feineren Bau der Hirnrinde beim Embryo und beim Kinde ab, indem es, einzelne Ausnahmen abgerechnet, noch keinem Forscher gelungen ist, brauchbare *Golgi*'sche Präparate aus dieser Zeit zu erhalten, woran bekanntlich der Umstand die Schuld trägt, dass bis jetzt noch niemand in den Besitz lebenswarmer Gehirne von Embryonen gelangte. Unter diesen Umständen bleibt nichts anderes übrig, als einmal bei Thieren Vergleichungen *Golgi*'scher Präparate von Embryonen und *Weigert*'scher Objekte von Erwachsenen anzustellen und zweitens, gestützt auf die Uebereinstimmung *Golgi*'scher Präparate anderer Theile des Nervensystemes, wie des Rückenmarkes der Ganglien, der Nervenzellen im Baue beim Menschen und bei Thieren, *Golgi*'sche Präparate der Hirnrinde von Thieren mit *Weigert*'schen Stücken vom Menschen in Vergleichung zu stellen. Für beide Verfahren standen mir Präparate der Maus und Ratte, des Kaninchens und der Katze zu Gebote. Weiteren Untersuchern seien embryonale und erwachsene Gehirne von Affen empfohlen.

Bis jetzt hat ausser *S. Ramón* so zu sagen Niemand über diese Verhältnisse sich geäussert und sollen die Punkte, in denen wir übereinstimmen und abweichen, besonders hervorgehoben werden.

Als Hauptergebniss, zu dem meine bisherigen Untersuchungen mich hinleiten, stelle ich ganz im Allgemeinen den Satz obenan, dass die Hirnrinde des Menschen und der genannten Säuger, denen ich auch noch den Hund und das Pferd beifügen kann, an gut gelungenen *Weigert*'schen Präparaten, von denen

mir allerdings noch keine gute Abbildung bekannt ist, in allen ihren Theilen eine solche ungeheuere Menge von feinsten, feinen und groben markhaltigen Fasern enthält, dass man sich erstaunt frägt, wo denn etwa marklose Fäserchen noch liegen könnten. Wenn man dann aber weiter erwägt, 1. dass jedenfalls die ebenfalls ungemein grosse Zahl der Dendriten der Pyramiden- und anderer Zellen in den Zwischenräumen der markhaltigen Fasern ihre Lage hat und 2. bedenkt, dass überall zwischen den nervösen Elementen auch noch eine ungemein grosse Zahl von sternförmigen Gliazellen sich befindet, von denen *Weigert*'sche Präparate auch nichts zeigen, so ergiebt sich, wie trügerisch ein solcher Schluss wäre und wie ungemein reich gegliedert der Bau der grauen Hirnrinde ist. Erwägen wir nun alle Einzelheiten, so lässt sich das Ergebniss in folgende Sätze fassen:

1. Die centrifugalen Axonen der Pyramidenzellen sind in nächster Nähe der Zellen markhaltig und laufen als solche durch die Markstrahlen in die weisse Substanz. Ferner haben diese Zellen je nach ihrer Grösse feinere oder gröbere Axonen, wie sich daraus ergiebt, dass an *Weigert*'schen Präparaten die Markstrahlen, sowie sie in den Bereich der kleinen Pyramiden gelangt sind, nur noch feine und feinste markhaltige Fäserchen führen.

Die Collateralen der markhaltigen Pyramidenaxonen sind, wenn wir *Flechsig*'s Beobachtung zu Grunde legen, ebenfalls markhaltig und spricht in diesem Sinne auch die ungeheuere Menge tangential verlaufender feinster, markhaltiger Fäserchen, die überall die Markstrahlen kreuzt, welche auch da sich finden, wo keine besonderen weissen Querbänder vorkommen und jedenfalls einen Hauptbestandtheil dieser Bänder ausmachen. Die letzten Enden dieser Collateralen betrachte ich als marklos.

S. Ramón ist der Ansicht, dass die Axonen der kleinen Pyramiden einer Markscheide entbehren (Écorce cérébrale pag. 38), es sei denn, dass die Myelinscheide erst in grosser Entfernung von den Zellen beginne. Ich kann dies nicht unterschreiben, indem an guten *Weigert*'schen Präparaten die letzten Ausläufer der Markstrahlen, die nur aus feinen Fasern bestehen, mehr weniger tief in die Lage der kleinen Pyramidenzellen eindringen und unzweifelhaft die *Neuraxonen* dieser Zellen darstellen.

2. Die starken centripetalen *Ramón*'schen Fasern besitzen alle eine Markscheide und zähle ich mit *S. Ramón* zu diesen Elementen die grosse Mehrzahl der schief und horizontal verlaufenden starken und mittelstarken markhaltigen Fasern, die in den drei tiefen Lagen der Rinde sich finden mit Inbegriff der in den weissen Querbändern vorkommenden. Da bei Thieren diese Fasern an *Golgi*-Präparaten nicht nur hie und da, sondern in der Regel auch in die Zonalschicht eingehen, so muss offenbar auch ein Theil der gröberen markhaltigen Fasern dieser Schicht hierher gezählt werden.

3. Aufsteigende Axonen von Rindenzellen (Zellen von *Martinotti*), die in der Zonalschicht enden. Auch diese Elemente halte ich mit *S. Ramón* für markhaltig, ohne angeben zu können, wie weit die Markscheiden gehen. Da jedoch bei Thieren die Verästelungen dieser Axonen in der Zonalschicht an *Golgi*-Präparaten durch nicht unbedeutende Stärke sich auszeichnen, bin ich der Meinung, dass auch ein Theil der markhaltigen Fasern der Zonalschicht hierher gehört.

4. Endigungen von Balkenfasern und einseitigen Associationsfasern in der Rinde. Mit *S. Ramón* nehme auch ich an, dass ein Theil

dieser Fasern markhaltig ist, namentlich gestützt auf die ungemein grosse Zahl von feinen markhaltigen Elementen mit senkrechtem und schiefem Verlaufe zwischen den Markstrahlen.

5. *Golgi*'s Zellen II. Ordnung. Besitzen höchst wahrscheinlich keine Markscheiden, doch fehlen in dieser Beziehung bestimmte beweisende Thatsachen fast ganz.

Durchgehen wir nun noch die einzelnen Rindenschichten der Reihe nach, so finden wir folgendes:

A. Die Zonalschicht besteht:

1. Aus den umgebogenen und weit horizontal verlaufenden Enden der Dendritenbüschel der kleinen, mittleren und grossen Pyramidenzellen. Dagegen erreichen die Dendriten der kleinen Pyramiden der II. Lage und der polymorphen Zellen die Zonalschicht nicht;

2. aus den Enden der aufsteigenden Axonen der *Martinotti*'schen Zellen;

3. aus den Enden der centripetalen Fasern von stärkerem Kaliber;

4. wahrscheinlich auch aus Enden von Balkenfasern und einseitigen Associationsfasern;

5. in seltenen Fällen auch aus Axonen von *Golgi*'schen Zellen II. Ordnung.

Die Fasern der Nr. 2, 3 und 4 sind z. Th. markhaltig, an den Enden aber marklos.

6. Welche Rolle die *Cajal*'schen Zellen bei Thieren und die *Retzius*-schen Zellen beim Menschen in der Zonalschichte spielen, ist bis jetzt unermittelt und enthalte ich mich jeder weiteren Besprechung dieser Frage, bis und so lange nicht entschieden ist, ob die eine oder andere dieser Zellenformen oder beide zum Nervengewebe oder zum Stützgewebe zählen.

B. Die Lage der kleinen Pyramiden, die in der Regel am wenigsten markhaltige Fasern führt, verdankt die horizontal und schief verlaufenden unter denselben den sub A 2, 3 und 4 verzeichneten Fasern, die senkrecht dahinziehenden den centrifugalen Axonen der kleinen Pyramiden. Ausserdem können auch aufsteigende Collateralen der mittleren und grossen Pyramiden an deren Bildung sich betheiligen.

C. In der Lage der mittleren und grossen Pyramiden finden sich als markhaltige Elemente:

a) Die Markstrahlen;

b) die sub A 2, 3 und 4 verzeichneten Faserarten;

c) die Collateralen der Axonen der mittleren und grösseren Pyramiden.

Die weissen Querbänder werden vor allem gebildet von den stärkeren centripetalen Fasern und von den Collateralen der mittleren und grösseren Pyramidenzellen. Ausserdem von den seitlichen Ausläufern der Enden der Balkenfasern und der einseitigen Associationsfasern.

Von marklosen Enden finden sich in der Lage C die der Collateralen der Pyramidenzellen, der centripetalen gröberen und der Associationsfasern, dann die von Ausläufern der *Martinotti*'schen Zellen und der anderen *Golgi*'schen Zellen II. Ordnung.

D. In der Lage der polymorphen Zellen sind markhaltig dieselben Elemente wie in der Lage C.

Meine eben gegebene Darstellung weicht in mehrfachen Punkten von der von *S. Ramón* (l. c. S. 29, 30) vorgeschlagenen ab. In erster Linie muss ich den Satz beanstanden, dass *Weigert'*sche Präparate nur eine sehr mangelhafte Vorstellung des Geflechtes der Collateralen geben. Ich finde gerade umgekehrt, dass gute *Weigert'*sche Präparate auch in der Schicht der kleinen Pyramiden eine ungemeine Menge von Fasern färben. Ferner glaube ich zu finden, dass bei der Katze und dem Kaninchen die kleinen Pyramiden keine Collateralen haben, während *S. Ramón* solche annimmt (S. 29), obschon seine Zeichnungen solche meist nicht zeigen (s. Fig. 7, 14, 17). Endlich kann ich auch dem Satze nicht zustimmen, dass bei kleineren Säugern, Meerschweinchen, Ratte, Maus, die Zahl der markhaltigen Fasern in der Rinde viel geringer sei als beim Menschen und den höher stehenden Säugern. Namentlich, sagt *S. Ramón*, enthalte die Zonalschicht und die Lage der kleinen und mittleren Pyramiden nur einige wenige markhaltige Fasern. Man könne daher behaupten, dass je weniger die Hirnrinde eines Säugethieres entwickelt sei, um so spärlicher fänden sich markhaltige Fasern.

Diesen Sätzen gegenüber finde ich bei der Maus und beim Kaninchen an der Hirnoberfläche an gut gefärbten Stellen ebenso viele Fasern in der Zonalschicht wie beim Menschen und bei der Maus auch in der Lage der kleinen Pyramiden. Es ist jedoch zu bemerken, dass die Gehirne dieser Thiere sich schwerer in *Weigert* färben als menschliche und dass sehr gute Präparate dazu gehören, um sich von der mitgetheilten Thatsache zu überzeugen.

Auf die physiologische Bedeutung der in allen §§ über den Bau der Hirnrinde mitgetheilten Thatsachen wird in einem späteren § näher eingegangen werden.

§ 182.

Unterschiede im Baue verschiedener Windungen des menschlichen Gehirnes.

Es ist schon in früheren §§ auf gewisse Unterschiede im Baue verschiedener Windungen des menschlichen Gehirnes aufmerksam gemacht worden, wie z. B. auf den wechselnden Bau und die verschiedene Stärke des *Stratum zonale*, dann auf das Vorkommen und Fehlen der weissen inneren Querbänder, doch begründen die in dieser Beziehung vorkommenden Wechsel keine fundamentalen Verschiedenheiten. Solche finden sich jedenfalls zwischen den zum *Rhinencephalon* und zum *Pallium* gehörenden Theilen, die in besonderen Schilderungen später auseinander gesetzt werden sollen. Aber auch beim *Pallium* selbst kommen gewisse Abweichungen bedeutenderer Art vor, die nun noch besprochen werden sollen.

Meynert (Vierteljahrschrift f. Psych. 1867 und 68 und *Stricker*'s Handbuch 1871) ist der erste, der im Jahre 1867/68 auf Eigenthümlichkeiten im Baue des Occipitallappens aufmerksam machte. Seit dieser Zeit hat diese Frage eine Reihe von Forschern beschäftigt, unter denen *Betz*, *Bewan-Lewis*, *Clarke* und *Obersteiner*, in erster Linie jedoch *Golgi* und *S. Ramón*, ferner *Vulpius*, *Kaes* und *Hammarberg* zu nennen sind.

Golgi gab in seinen Organi centrali auf S. 52—64 Tab. III und IV, die erste gute Beschreibung der Zellen der vorderen Centralwindung und des hinteren Endes der oberen Occipitalwindung. Die vordere Centralwindung zeigt die typischen drei Zellenlagen, die im § 177 beschrieben wurden und will ich nur betonen, dass *Golgi* wohl zuerst hervorhebt, dass auch die am tiefsten stehenden grossen Pyramiden, deren Zellenkörper 30—40 μ in der Länge und

10—15 μ in der Breite misst, mit ihrem Dendritenspitzenfortsatze die oberflächliche Gliaschicht der Rinde erreichen.

Bei der oberen Occipitalwindung ist *Golgi* nicht im Stande, die *Meynert*'sche Beschreibung von acht verschiedenen Lagen zu bestätigen, vielmehr findet er auch hier die typischen drei Zellenlagen, hebt jedoch folgende Eigenthümlichkeiten hervor. Erstens steht die Lage der kleinen Pyramiden im Occipitallappen der Oberfläche der Rinde näher als im Parietallappen, welcher Angabe ich die Bemerkung beifügen möchte, dass dieselben nach der Abbildung von *Golgi* zahlreicher und auch im Allgemeinen etwas kleiner sind. Zweitens ist die Lage der mittleren und grossen Pyramiden dicker als im Parietalhirne und gehen die grossen Pyramiden, unter denen wahre Riesenpyramiden vorkommen, z. Th. bis nahe an die weisse Substanz heran. Drittens endlich ist die Lage der polymorphen Zellen dünn und von vielen auffallend kleinen Zellen von der gewöhnlichen Spindel-, dreieckigen und Birnform wie besät.

Nach anderen Beobachtungen nimmt im Allgemeinen die Grösse der Pyramidenzellen längs der Centralfurche von unten nach oben zu und erreicht ihr Maximum im *Lobulus paracentralis* mit 65 μ (Riesenpyramiden, *Betz*). In dem *Gyrus parietalis ascendens* finden sich Riesenpyramiden nur in der Nähe ihres oberen Randes und auf der dem *Sulcus centralis* zugewendeten Seite. Häufig stehen die Riesenpyramiden in Gruppen und nach *Bewan Lewis* sind diese Elemente, die den motorischen Regionen von *Ferrier* entsprechen, in grösseren Gruppen angeordnet.

Ich füge nun hier bei, was *S. Ramón* bei einem Meerschweinchen (*Cavia cobaya*) von acht Tagen am *Lobus occipitalis* beobachtet hat. Die von ihm gefundenen Schichten sind von aussen nach innen folgende:

1. Ein *Stratum zonale*. Dasselbe ist reich an feinen tangentiell verlaufenden Fasern und enthält von Zellen einmal solche von *Golgi*'s II. Typus und dann in den tieferen Lagen zahlreiche *Cajal*'sche Zellen, *Retzius*.

2. Eine Lage von senkrechten Spindelzellen. Dieselbe zeigt drei bis vier Reihen kleiner eiförmiger Zellen. Die einen derselben besitzen an beiden Polen Dendriten, während die anderen solche nur an dem inneren Pole zeigen. In beiden Fällen breiten sich die tiefen kurzen Dendriten sofort nach ihrem Abgange vom Zellenkörper horizontal aus und entspringt zwischen denselben ein feiner absteigender Axon, der in der nächstfolgenden Schicht, dem weissen äusseren Querbande, einige Collateralen abgiebt, jedoch nicht bis in die weisse Substanz sich verfolgen lässt. *Ramón* macht darauf aufmerksam, dass diejenigen unter diesen Zellen, die keine aufsteigenden Dendriten besitzen, eine gewisse Aehnlichkeit mit den *Spongioblasten* in der *Retina* zeigen.

3. Das weisse Querband (*Ruban de Vicq d'Azyr*) entspricht z. Th. der Lage der kleinen Pyramidenzellen anderer Hirngegenden und enthält ausser den tangentiellen Fasern, die alle Collateralen von auf- und absteigenden Axonen sind, kleinere Pyramidenzellen, Spindelzellen wie die Lage 2 und *Martinotti*'sche Zellen mit aufsteigenden Axonen.

4. Die Lage der grossen Pyramiden zeigt die gewöhnlichen Verhältnisse.

5. Auch die Lage der polymorphen Zellen zeigt keine auffallenden Abweichungen von anderen Hirngegenden.

Wie *Golgi* und *S. Ramón*, so hat auch Dr. *Karl Hammarberg*, der talentvolle, für die Wissenschaft viel zu früh verstorbene schwedische Forscher bei seinen Untersuchungen über den Bau der Rinde verschiedener Hirnwindungen des Menschen (Studien über Klinik u. Pathologie der Idiotie nebst Untersuchungen über den normalen Bau der Hirnrinde, Upsala 1890) den Hauptwerth auf die Zellen gelegt. Dieselben wurden an sorgfältig erhärteten Gehirnstücken mit Methylenblau gefärbt und durch äusserst genau gefertigte Zeichnungen nach Grösse, Lagerung und Menge wiedergegeben, so dass nun ein Material zur Vergleichung nicht nur der verschiedenen Windungen, sondern auch normaler und pathologischer Verhältnisse vorliegt, das seinesgleichen sucht. Die Untersuchungen von *Hammarberg* beziehen sich auf alle Hauptwindungen, während die Abbildungen nur 11 verschiedene Hauptwindungen wiedergeben, und ausserdem auf neun pathologische Fälle von Blödsinn verschiedenen Grades.

Ich zähle hier die Hauptresultate, zu denen *Hammarberg* gelangte, auf, indem ich an die Stelle der von ihm gewählten Bezeichnungen der Lagen der Hirnrinde folgende setze:

a) Zellenarme oder zellenfreie oberflächliche Schicht = der 1. Schicht von *Hammarberg*. Diese Lage stimmt wohl ziemlich genau mit meinem *Stratum zonale*.

b) Aeussere Lage der kleinen Pyramidenzellen = den kleinen Pyramiden von *H.*

c) Aeussere Lage der mittleren und grösseren Pyramiden = den grossen Pyramiden von *H.*

d) Innere Lage kleiner Pyramiden = der 4. Schicht von *H.*

e) Innere Lage grösserer Pyramiden = der Ganglienzellenschicht von *H.*

f) Lage der polymorphen Zellen = der Spindelzellenschicht von *H.*

In jeder Lage ist die Dicke in mm und die Grösse der Zellen in μ angegeben.

I. *Gyrus centralis anterior* (Taf. I Fig. 2).

a) 0,20 mm.

b) und c) nicht zu trennen, messen zusammen 1,0 mm. Grössere Zellen Breite und Länge von 10—12 μ : 15—25 μ, selbst 15—20 : 25—30 μ.

d) Nicht gut abzugrenzen von 0,30 mm; Zellen von 6—8 μ : 10 μ.

e) 0,40 mm; Zellen 10—15 : 25 μ. Im parietalen Umfange der Windung Gruppen von je 4—5 Riesenpyramiden von je 35—40 : 50—80 μ, dann auch an der Grenze gegen den *Gyrus frontalis superior* und *medius*. Am reichlichsten sind diese Zellen in dem zur medialen Hirnoberfläche gehörenden Theile der Windung.

f) 1,10 mm; Zellen 5—10 : 20—25 μ.

II. *Gyrus frontalis superior* zeigt 4 Abschnitte.

A. Hintere Zweidrittheile der Windung (Taf. I Fig. 1).

a) 0,25 mm dick, zeigt einige kleinere Zellen, theils horizontal, teils vertikal gestellt;

b) und c) nicht geschieden, 0,80 mm dick; Zellen von 10—12 : 15—20 μ, bis zu 15—20 : 25 μ;

d) nicht scharf begrenzt; Zellen 5 : 8 μ und 10 : 20 μ;

e) 0,70 mm dick; Zellen von 20 : 25—30 μ, um so grösser, je näher der Centralwindung bis zu Riesenzellen von 30 : 65 μ;

f) 1,10 mm dick; Zellen 8—10 breit; 25—30 μ lang.

B. Vorderes Drittheil der Windung (Taf. II Fig. 1).

a) wie bei A;

b) 0,20 mm; Zellen zahlreich von 8 : 10 μ;

c) 0,65 mm; Zellen 10—20 : 20—25 μ;

d) 0,25 mm; Elemente 5 : 8 μ sehr zahlreich;

e) 0,35 mm; Zellen 20—22 : 30 μ;

f) 0,95 mm; Zellen 8—10 : 25—30 μ.

C. Orbitaltheil der Windung.
 b) Gut entwickelt; Zellen 4—6 : 6—10 μ;
 c) 0,50 mm;
 d) 0,70 mm mit vereinzelten grösseren Pyramiden;
 e) 0,10 mm mit grossen Pyramiden;
 f) 0,89 mm.

III. *Gyrus frontalis medius.*

 a) 0,30 mm;
 b) 0,20; Zellen von 8 : 10 μ.
 c) 1,30 mm; Zellen in den oberen Theilen 12 : 20 μ, in den unteren 15—25 : 25—35 μ;
 d) 0,30 mm; Zellen 3 : 10—15 μ in grosser Menge mit einigen grösseren Pyramidenzellen;
 e) 0,40 mm Dicke; Zellen von 20 : 30 μ in mässiger Zahl;
 f) 1,0 mm.

An der Uebergangsstelle zur vorderen Centralwindung einige Gruppen Riesenpyramiden von 30 : 70 μ.

IV. *Gyrus frontalis inferior.*

A. Hinter dem aufsteigenden Schenkel der *Fissura Sylvii* liegender Theil.
 a) 0,10 mm;
 b) und c) 0,80 mm; Zellen 22 : 30 μ;
 d) 0,1 mm;
 e) 0,40 mm; Zellen von 12—20 : 25—30 μ. Gegen die vordere Centralwindung einzelne grössere von 30—50 μ.
 f) 0,90 mm.

B. Vorderer aufsteigender Schenkel der *Fissura Sylvii* bis zum Orbitaltheile.
 a) 0,10 mm;
 b) 0,10 mm; Zellen 8 : 10 μ, dichtstehend.
 c) 1,0 mm; Zellen 12 : 20 μ; in den tieferen Theilen spärliche Elemente von 25 : 35 μ;
 d) 0,20 mm; Zellen 6 : 10 μ;
 e) 0,50 mm; Zellen 15—18 : 25—30 μ;
 f) 0,90 mm.

V. *Gyrus centralis posterior.*

A. Das obere Sechstel der Windung hat denselben Bau wie der *Gyrus centralis anterior.*

B. Untere fünf Sechstel der Windung.
 a) 0,20 mm;
 b) und c) 0,20 mm; Pyramidenzellen alle von gleicher Grösse, nur zu unterst grössere von 20 : 30 μ.
 d) 0,30 mm; Unregelmässige und Pyramidenzellen von 6 : 10 μ. Vereinzelte grosse Pyramiden;
 e) 0,30 mm; Zellen 16—18 : 25 μ; einzelne von 20—22 : 30 μ;
 f) 0,70 mm; Zellen 8—10 : 25 μ.

VI. *Gyrus parietalis superior* (Taf. II Fig. 3).

 b) 0,20 mm; Zellen 6—8 : 2 μ;
 c) 0,70 mm; Zellen 12—20 : 20—30 μ;
 d) 0,30 mm; Zellen 6—9 : 9 μ;
 e) 0,65 mm; Zellen 20 : 30 μ spärlich;
 f) 0,40 mm.

VII. *Lobus occipitalis superior.*

A. Windungen der lateralen Oberfläche mit Ausnahme der Spitze des Occipitallappens.

a) 0,1 mm;
b) und c) 0,60 mm; Zellen 10—14 : 25 μ, in der Tiefe einzelne grössere Zellen von 20—25 : 30 μ.
d) und e) 0,60 mm; an manchen Stellen in zwei Schichten zu trennen;
f) 0,50 mm; Zellen 9 : 20 μ.

B. Mediale Fläche, *Cuneus*, Spitze des *Lobus occipitalis* (Taf. II Fig. 4).
b) und c) 0,70 mm; Zellen zahlreich, gleich gross von 10 : 14 μ. Im tiefsten Theile der Lage einzelne Zellen von 20 : 30 μ und gewöhnlich;
d) 0,50 mm; Zellen 4 : 7 μ sehr zahlreich weiter unten von 8 : 10 μ mit einzelnen Elementen von 22—25 : 30 μ;
e) 0,50 mm; Zellen von 10—15 : 20 μ, nebst einzelnen von 20—22 : 30 μ;
f) 0,50 mm; Zellen 8 : 20 μ.

VIII. *Gyrus temporalis superior* (Taf. II Fig. 2).

a) 0,20 mm;
b) und c) 0,70 mm; Zellen von 9 : 15 bis zu 12 : 22 μ, zu unterst grosse Pyramiden von 20 : 30 μ;
d) 0,20 mm; mit zahlreichen kleinen Zellen;
e) 0,40 mm; Zellen bis zu 20—30 : 35 μ;
f) 1,20 mm; Zellen von 9 μ Breite : 30 μ Länge.

IX. *Gyrus temporalis medius, inferior et internus.*

Zeigen sämmtliche Zellen der Lagen c und e grösser und keine einzelnen grossen Zellen.

X. *Gyrus hippocampi* (Taf. III Fig. 2).

a) 0,40 mm;
b) und c) die Zellen bilden grössere und kleinere Gruppen;
d) und e) sind an Dicke geringer.

XI. *Gyrus cinguli.*

b) 0,50 mm;
c) 0,50 mm;
d) fehlt;
e) Zellen 20 : 30 μ;
f) 0,20 mm; Zellen von 12—30 μ Breite : 40 μ Länge.

XII. *Gyri breves* (Taf. III Fig. 1).

b) und c) 0,70 mm; Zellen 8—10 : 10—15 μ zahlreich;
d) 0,18 mm;
e) 0,40 mm; Zellen zahlreich von 10 : μ;
f) 1,20 mm; Zellen 4—8 : 20 μ.

Fasse ich die Hauptresultate, zu denen *Hammarberg* gelangte, übersichtlich zusammen, so möchten es Folgende sein:

1. Ergiebt sich für alle Windungen gewöhnlicher Art, dass zwischen die mittleren und grösseren Pyramidenzellen ganz allgemein eine Lage von kleinen Pyramiden mit z. Th. unregelmässigen Zellen, die vierte Schicht von *Hammarberg* eingeschoben ist.

2. Die Lage der polymorphen Zellen (*Hammarberg*'s Spindelzellenschicht) ist grösser, als man bisher wusste.

3. Diese Zellen stehen, sofern sie Spindelform haben, in den Windungsthälern horizontal.

4. Die grossen Pyramidenzellen sind in den Stirnwindungen am entwickeltsten.

5. Die Riesenpyramiden kommen nur in einem kleinen Bezirke um die Centralwindungen herum vor.

6. Die Occipitalwindungen zeichnen sich durch eine sehr grosse Menge kleinerer Zellen aus.

7. Der Stirnlappen und die Insel sind durch eine ungemeine Menge mittlerer durchgehends übereinstimmend grosser Pyramidenzellen ausgezeichnet und fehlen grössere Pyramiden ganz und gar.

Hammarberg vervollständigte seine Untersuchungen noch dadurch, dass er neun Fälle von in verschiedenen Graden Blödsinnigen und Schwachsinnigen genau auf die Menge, Grösse und Form der Nervenzellen untersuchte und in allen Fällen entweder eine mangelhafte Entwickelung der Zellen nach Grösse und Menge antraf oder auch Zeichen einer Atrophie derselben. Ungemein lehrreich ist eine Vergleichung der von ihm über das Gehirn dieser Geisteskranken gegebenen Abbildungen mit denen normaler Gehirne und ist durch diese Untersuchungen wohl zum ersten Male eine sichere Basis für die Lehre von der Bedeutung der Nervenzellen für die normalen Geistesthätigkeiten und deren Störungen gewonnen, bei deren weiterem Ausbaue die Vergleichung bestimmter Windungen, Windungstheile und der einzelnen Schichten der grauen Substanz bei Gesunden und Geisteskranken, aber auch bei begabteren und minder begabten Normalmenschen unter Berücksichtigung auch der Nervenfasern, die *Hammarberg* nur nebenbei beachtet hat, reiche Früchte zeitigen wird.

Schon lange vor *Hammarberg* hatten verschiedene Autoren das Verhalten der Nervenzellen in den verschiedenen Hirnwindungen verfolgt, unter denen *Betz* vor allen genannt zu werden verdient (Centralbl. f. d. med. Wiss. 1874 Nr. 37, 38; 1881 Nr. 11—13), der die Nervenzellen in zahlreichen Windungen an vielen Schnitten sorgfältig untersuchte und namentlich durch den Nachweis der von ihm sogenannten Riesenpyramiden eine wichtige Eigenthümlichkeit gewisser Windungen aufdeckte. Ferner haben auch *Bewan Lewis* und *Clarke, Obersteiner* und andere um das Studium der Nervenzellen sich Verdienste erworben; doch gebietet keiner dieser Forscher über eine so zusammenhängende Reihe von Beobachtungen wie *Hammarberg* und sehe ich mich daher genöthigt, einfach auf die Arbeiten derselben zu verweisen.

Eine weitere Reihe von Beobachtern hat sich zur Aufgabe gestellt, das Verhalten der dunkelrandigen Fasern in den einzelnen Hirnwindungen zu verfolgen, unter denen, wie schon erwähnt, *Vulpius* und *Kaes* ganz Hervorragendes geleistet haben. Es ist mir jedoch unmöglich, Einzelheiten aus diesen Untersuchungen hervorzuheben, vor allem deswegen, weil die physiologische Bedeutung der von diesen Autoren vor allem ins Auge gefassten Tangentialfasern fast ganz im Dunkeln ist und diese Fasern auf keinen Fall die nämliche Wichtigkeit beanspruchen können, wie die Nervenzellen, die ich als den einzigen Sitz der psychischen Thätigkeiten anspreche. Ein zweiter Punkt, der das nähere Eingehen auf die Untersuchungen dieser Forscher sehr erschwert, ist der, dass bei den grossen Schwankungen im speziellen Verhalten der tangentialen Fasern genaue Bestimmungen der Dicke der einzelnen tangentialen Faserlagen und sichere Bestimmungen der Zahl der in denselben enthaltenen Fasern in der grossen Mehrzahl der Fälle nicht ausführbar sind. Ich beschränke mich daher auf die Wiedergabe einiger allgemeiner Angaben von *Kaes* und *Vulpius* über den Faserreichthum der verschiedenen Hirnwindungen überhaupt. *Kaes* (l. c. S. 757) bezeichnet ganz allgemein das motorische Rindenfeld (Centralwindungen

und hinterer Theil der Stirnlappen), ferner den Schläfenlappen (hinten mehr als vorn) und das Hinterhaupt als diejenigen Bezirke, welche im 38. Lebensjahre in Bezug auf ihren Fasergehalt am weitesten vorgeschritten sind, während im 18. Jahre der Schläfenlappen in seiner Faserentwickelung hinter den beiden anderen grossen Regionen noch weit zurück ist. Im Einzelnen kann die Paracentralgegend als derjenige Theil bezeichnet werden, welcher die grösste Menge mächtiger Fasern besitzt, während das Hinterhaupt in Bezug auf die Anzahl der Fasern und die frühzeitige Entwickelung allen übrigen Regionen vorauseilt. An der motorischen Zone glaubt *Kaes* noch nachgewiesen zu haben, dass die hintere Paracentralgend in ihrer allgemeinen Entwickelung bereits im 18. Lebensjahre fast ebenso faserreich, wie im 38. Jahre erscheint. Als faserärmster Bezirk muss die ganze vorderste Stirngegend auf der Konvexität bezeichnet werden, welcher der *Gyrus rectus* sehr nahe steht. Die Untersuchungen von *Kaes* beziehen sich auf zwei Gehirne eines 18. und eines 38jährigen Mannes. Von diesen wurden bei dem ersteren 100, von dem letzteren 67 verschiedene Windungen nach der *Wolter*'schen Methode an Serienschnitten geprüft, an den einzelnen Schnitten die tangentialen Fasern sorgfältig untersucht und die einzelnen Schichten gemessen. Die zwei von *Kaes* beigegebenen Tafeln geben leider keine klare übersichtliche Anschauung des von ihm Gefundenen und wäre es wohl zweckmässiger gewesen, entweder Bilder der Hauptwindungen oder Kurventafeln, wie *Vulpius* sie hat, zu veröffentlichen.

Vulpius untersuchte an *Weigert*'schen Präparaten 22 Gehirne aus verschiedenen Altern, von der 32. Fötalwoche bis zu 79 Jahren, entnahm jedoch jedem Gehirne nur sechs Stücke und zwar vom *Gyrus frontalis primus sinister*, *Gyrus frontalis tertius sinister, G. frontalis tertius dexter*, *Gyrus centralis anterior dexter*, *Lobus occipitalis* hinterstes Stück und vorderes Ende des *Gyrus temporalis I sinister.* Die Hauptresultate sind in Kurventabellen für die drei Rindenschichten mitgetheilt, die *Vulpius* annimmt, nämlich 1. äussere Schicht = meinem *Stratum zonale*; 2. faserarme Mittelschicht = der Schicht der kleineren und mittleren Pyramiden und 3. die innere Schicht = der Ausstrahlung der Markstrahlen. Folgendes sind die wichtigsten Schlusssätze von *Vulpius*:

1. Neugeborene haben nur im Marke der vorderen Centralwindung markhaltige Fasern.

2. Die Tangentialfasern zerfallen in eine äussere, mittlere und innere Schicht.

3. Die ersten Tangentialfasern treten in der inneren und äusseren Schicht mit 4 Monaten, in der mittleren mit 8 Monaten auf.

4. Die inneren Tangentialfasern zeigen eine rasche Faserzunahme vom 11. Monate an. Schon mit 16 Monaten hat die Vermehrung im *Centralis I* und im Occipitallappen ihr Maximum erreicht, im *Temporalis I* mit $1^3/_4$ Jahren, im *Frontalis I* mit 7 Jahren, im *Frontalis IIIs* mit 10 Jahren, im *Frontalis IIId* mit 17 Jahren.

5. Das *Stratum zonale* zeigt ein merkwürdiges Verhalten. Im *Frontalis IIIs* ist erst nach dem zweiten Lebensjahre, im *Frontalis Is* erst nach dem dritten Jahre eine rege Faservermehrung zu sehen, dagegen giebt sich dieselbe um diese Zeit im *Centralis anterior* und *Lobus occipitalis* schon sehr

wesentlich zu erkennen. Im *Frontalis Is* erreicht die Lage im 33. Jahre ihr Maximum und nimmt bis zum 79. Jahre wieder etwas ab. Ebenso jedoch mit geringerer Zunahme und Abnahme im *Frontalis IIIs.* Im *Frontalis IIId* zeigt sich langsame Zunahme bis zum 79. Jahre. Im *Centralis Id* Zunahme bis zum 33. Jahre, dann Abnahme. In dem *Lobus occipitalis* Zunahme bis zum 33. Jahre, dann Abnahme. Im *Temporalis I* ebenso, nur Abnahme sehr unbedeutend.

6. Die Mittelschicht bleibt lange unentwickelt bis zum 7. Jahre im *Centralis anterior, Temporalis I* und *Lobus occipitalis* bis zum 10. Jahre, im *Frontalis IIId,* bis zum 17. Jahre, im *Frontalis Is* und im *Frontalis IIIs* und steigt auch nie so an, wie die anderen Lagen. Im hohen Alter nimmt dieselbe nur wenig ab.

7. Die grösste Zahl dicker Tangentialfasern besitzt der *Centralis anterior* und auch überhaupt die meisten solcher Elemente. Der *Frontalis I* und der Occipitallappen haben einen beträchtlicheren Gehalt an feinen Tangentialfasern.

Mit Rücksicht auf die pathologische Verwerthung, die das Verhalten der markhaltigen tangentialen Fasern in Krankheiten des Gehirnes bei neueren Autoren gefunden hat, erlaube ich mir die Bemerkung, dass es gerathen sein wird, in Zukunft, ebenso wie *Hammarberg,* das Hauptgewicht auf die Zellen zu legen, und freue ich mich, dass ein so genauer Kenner der pathologischen Verhältnisse des Gehirnes, wie *Wernicke,* in seinem Lehrbuche Bd. III S. 539 bei Gelegenheit der Besprechung der progressiven Paralyse und der Erwähnung der bekannten Befunde von *Tuczek* (Neur. Centralbl. 1882, 1883 und Beiträge zur path. Anat. und zur Pathologie der *Dementia paralytica,* Berlin 1884) die Ansicht ausspricht, dass die primäre Atrophie resp. ein zur Atrophie führender Vorgang der Ganglienzellen das eigentliche Wesen der *Dementia paralytica* ausmache.

Zum Schlusse dieser Darlegungen führe ich nun noch eine Anzahl eigener Beobachtungen an, die bei Thieren und beim Menschen über den Bau verschiedener Hirnwindungen angestellt wurden.

Auf die Säugethiere legte ich weniger Gewicht und kam es mir vor allem darauf an, zu prüfen, ob die Angaben von *S. Ramón* über den Bau des *Lobus occipitalis* bei *Cavia* eine allgemeine Gültigkeit beanspruchen können. Mir standen Präparate dieser Gegend von der Katze, dem Kaninchen, der Ratte und Maus zur Verfügung und erwähne ich hier im Einzelnen nur das, was ich bei der Katze an *Golgi*'schen Präparaten fand, da dies im Wesentlichen auch für die anderen genannten Geschöpfe gilt. Hier zeigt die Hinterhauptgegend des Gehirnes bei erwachsenen und jüngeren Thieren einfach folgenden Bau. Unter einem *Stratum zonale,* das aus den typischen horizontal verlaufenden marklosen Fäserchen und den Enden der Dendritenbüschel aller oberflächlichen und der tieferen grösseren Pyramiden besteht, findet sich eine zusammenhängende Lage kleiner, mittlerer und grosser Pyramiden, die fast die ganze Dicke der grauen Rinde einnimmt. Beachtung verdient Folgendes: Die kleinen Pyramiden finden sich in reichlicher Menge und nahe am *Stratum zonale,* so dass ihre äussersten Zellenkörper nur um 0,18—0,26 mm von der Oberfläche abstehen. Von Gestalt sind die meisten derselben echte Pyramiden, doch kommen auch rundliche Formen, aber durchaus keine Birn-, Keulen- oder Spindelformen vor. Auch sind alle ihre Dendriten in der gewöhnlichen Weise der Pyramidenzellen

angeordnet. Da meine zahlreichen, von drei Thieren stammenden Präparate diese kleinen Pyramiden an vielen Stellen in Menge und vorzüglich gefärbt zeigten, glaube ich mit Bestimmtheit behaupten zu dürfen, dass bei der Katze jene eigenthümlichen, oben erwähnten, keulenförmigen Nervenzellen von *Cavia* fehlen. Was die grossen Pyramiden anlangt, so fanden sich unter denselben in jedem Schnitte einige (2—3 in einer Windung) Riesenpyramiden mehr in der Tiefe, deren Länge von 38—57 μ betrug, während die Mehrzahl bis zu 22—30 μ lang waren.

Als letzte Schicht erschien eine dünne Lage polymorpher Zellen von Spindel-, Pyramiden-, Birn- und Sternform und betone ich besonders, dass im Grunde der Furchen auch hier fast ausnahmslos horizontal stehende Spindelzellen vorhanden waren.

Sehr auffallend war mir überdies an den Präparaten einer jungen Katze, dass die Zellenkörper der Pyramidenzellen von dichten Netzen markloser Fäserchen umgeben waren, die von Collateralen der Axonen der Pyramidenzellen auszugehen schienen, in gewissen Fällen aber auch von den früher beschriebenen centripetalen Fasern abstammten. Diese Netze kann ich nicht besser vergleichen als mit denen, die *Calleja* um die Zellen seiner Geruchsinselchen im *Lobus olfactorius* von *Cavia* beschreibt (l. i. c.).

Beim Menschen habe ich eine Anzahl Hauptwindungen an *Weigert*schen Präparaten und an mit Methylenblau, Karmin, Nigrosin, Hämatoxylin behandelten Schnitten eines 43jährigen Mannes untersucht und ausserdem auch eine grosse Anzahl *Golgi*'scher Präparate der Centralwindungen von Individuen unbekannten Alters zur Verfügung gehabt, doch halte ich es nicht für nöthig, ausführlicher über meine Beobachtungen zu berichten, da dieselben wesentlich dasselbe ergeben, wie die Beobachtungen von *Golgi, Vulpius*, *Kaes* und *Hammarberg*.

I. Der *Gyrus frontalis I* wurde in seiner ganzen Länge an Sagittalschnitten und z. Th. auch an Frontalschnitten untersucht und fand ich denselben im Ganzen genommen eher arm an tangentialen Fasern. Im *Stratum zonale* von 0,1—0,22 mm waren die feinen Fasern vorwiegend, doch fehlten auch grobe Elemente nicht. Dann folgte eine an tangentialen Fasern arme Lage kleiner Pyramiden und hierauf ein zartes weisses Querband (*Baillarger*) im Bereiche, d. h. unterhalb der Enden der Markstrahlen. Auf der Kuppe der Windungen waren tiefere tangentiale Fasern spärlich vorhanden, reichlicher an den Abhängen derselben und in den Windungsthälern noch zahlreicher, wo dieselben auch mit dem weissen Querbande zusammenflossen. Die zelligen Elemente zeigten das von *Hammarberg* beschriebene Verhalten, nur vermisste ich Riesenpyramiden.

II. *Gyrus centralis anterior* oberer Theil. Auf ein *Stratum zonale* von 0,14 mm folgt eine helle, jenseits der Markstrahlen befindliche Schicht mit kleineren und mittleren Pyramidenzellen von 0,56 mm, die zahlreiche, vorwiegend feine Tangentialfasern enthält, die an der äusseren Grenze der Zellenlage stärker sind und eine Andeutung einer Lage von *Bechterew* darstellen (Fig. 720). Die dritte von blossem Auge an *Weigert*'schen Präparaten (Fig. 720 *A*) als dunkle Zone wahrnehmbare Lage von 3,29—3,57 mm enthält die Markstrahlen und in der Tiefe eine 2,85 mm messende Lage von meist stärkeren tangentialen Fasern. Zwischen den Markstrahlen und den tangentialen Fasern befinden sich

mittlere und grosse Pyramidenzellen und in der Entfernung von 1,14—1,42 mm von dem Marklager der Windung treten Riesenpyramiden auf (Fig. 730, 731), die meist in Gruppen von 4—6 beisammenstehen und in der Länge von 43 bis zu 75 μ, in der Breite von 32—59 μ betragen. Von den polymorphen Zellen erwähne ich, dass, wie *Meynert* und *Hammarberg* zuerst gezeigt haben, die spindelförmigen unter denselben im Grunde der Furchen tangential stehen.

III. *Gyrus centralis posterior.* Das *Stratum zonale* misst 0,10 bis 0,16 mm. Die oberflächliche hellere Lage der Rinde beträgt ohne *Stratum zonale* 0,75—0,83 mm und enthält viele feine Tangentialfasern und kleine und mittlere Pyramiden. Die darauf folgende tiefste dunklere Schicht von 2,56—2,85 mm enthält die Markstrahlen und eine zusammenhängende Lage von vorwiegend stärkeren Tangentialfasern, von denen jedoch ein weisses Querband ziemlich deutlich als äusserster Theil absticht. Im Ganzen sind die Tangentialfasern, obschon auch hier besonders am Abhange der Windungen und in den Furchen eine die gesammte graue Lage durchziehende Faserung bildend, etwas weniger ausgeprägt als in der vorderen Centralwindung. Riesenpyramiden finden sich auch hier in den äussersten Lagen der gröberen Tangentialfasern, jedoch kleiner als im *Gyrus centralis anterior*, von 32—54 μ Länge auf 27 bis 54 μ Breite.

In Betreff der Lagerung der Riesenpyramiden zeigte ein *Golgi*-Präparat von einer Centralwindung eines dem Alter nach unbekannten Individuums ein eigenthümliches Verhalten. Die Zellenkörper standen in einfacher Linie nebeneinander und bildeten ihre basalen Dendriten einen dichten, schmalen, tangential verlaufenden Zug.

IV. *Lobus occipitalis.* Untersucht wurden besonders die Windungen, die die *Fissura calcarina* begrenzen, der *Cuneus* und *Gyrus lingualis*, die den deutlichsten *Vicq d'Azyr*'schen Streifen zeigen, ausserdem aber auch alle Windungen im ganzen Umkreise des Hinterhornes.

Windungen an der *Fissura calcarina.* Durchmesser der gesammten grauen Lage 2,4 mm, *Stratum zonale* und äussere helle Schicht 1,14 mm, *Vicq d'Azyr* 0,42 mm. Innere tangentiale Faserung 0,71 mm.

Der *Vicq d'Azyr*'sche Streifen besteht, wo er gut ausgebildet ist, aus einer ungemeinen Menge feiner und mittelfeiner tangentialer Fasern nebst einzelnen gröberen Elementen. Nach aussen von demselben ist manchmal noch eine kleine Zone feinster tangentieller Fasern vorhanden, die aber auch fehlen kann, in welchem Falle zwischen den kleinen und mittleren Pyramiden nur zerstreute radiäre schiefe und tangentielle Fäserchen sich finden, doch können dicht einwärts vom *Stratum zonale*, das viele grobe Fasern enthält, wieder feine, gut entwickelte tangentiale Fäserchen vorkommen.

Auf den *Vicq d'Azyr* folgt manchmal eine an tangentiellen Fasern ärmere Lage, im Grunde der Windungen und an den Abhängen schliesst sich die tiefe tangentiale Faserung der intracorticalen Associationsfasern meist unmittelbar an, die vorwiegend aus gröberen Fasern besteht. In gewissen Fällen ist einwärts vom *Vicq d'Azyr*'schen Streifen noch ein zweiter dünner weisser Streifen vorhanden (Fig. 721).

Von den Zellen sind die kleinen Pyramiden ungemein zahlreich und gehäuft; dann folgen Reihen mittlerer Pyramiden, deren grösste dicht am *Vicq d'Azyr* stehen. Hier und im *Vicq d'Azyr* selbst finden sich auch einzelne Riesenpyramiden. Sonst enthält der Streifen eine auffallende Menge ganz kleiner Pyramiden, wie *Hammarberg* solche in Taf. II Fig. 4 zeichnet. Dagegen kann ich nicht mit ihm übereinstimmen, wenn er in den tieferen Lagen nur spärlich grössere Zellen findet. Ich beobachtete gerade umgekehrt einwärts vom *Vicq d'Azyr* und z. Th. ganz nahe am Mark, in 0,35—0,40 mm Entfernung davon, grosse Riesenpyramiden von 15—30 μ Breite zu 38—76 μ Länge und stimme daher in dieser Beziehung vollkommen mit *Golgi* überein, der in seiner Taf. IV im Occipitallappen tiefe Riesenpyramiden zeichnet, die z. Th. noch in die Lage der polymorphen Zellen hineinragten.

Obere und äussere Windungen des Occipitallappens. In allen diesen Windungen finden sich oberflächlich gehäufte kleine Pyramiden, die nach und nach grösser werden und am *Vicq d'Azyr*, der fast in allen Windungen mehr weniger entwickelt ist und unter demselben einzelne Riesenpyramiden von 20—30 : 38—45 μ zeigen. Im *Vicq d'Azyr* kleinere Zellen, darunter wieder grössere. Tangentiale Faserung weniger entwickelt, als in den Windungen um die *Fissura calcarina* herum.

V. *Gyri temporales.* Zeichnen sich durch die geringe Entwickelung der tangentialen Fasern aus, von denen nur die des *Stratum zonale* und die intracorticalen etwas besser entwickelt sind. Die Zellen sind nicht über Mittelgrösse und Riesenpyramiden fehlen.

VI. *Gyri insulae.* Besitzen ausser im *Stratum zonale* kaum innere tangentiale Fasern, ausser mässig entwickelten intracorticalen. Zellen klein und mittelgross, in allen Tiefen ziemlich gleich beschaffen. Riesenpyramiden und grössere Pyramiden fehlen.

Zum Schlusse habe ich noch zu bemerken, dass das von mir untersuchte Gehirn nirgends einen deutlichen sogenannten *Bechterew*'schen Streifen zeigte, ausser im *Subiculum cornu Ammonis*, in dem auch *Bechterew* die längst bekannte tiefe Markmasse betont, die übrigens anfänglich vom *Stratum zonale* gar nicht geschieden ist.

Die Figur, auf welche *Bechterew* sich beruft, die die von ihm erwähnte Schicht zeigen soll (*Lawdowski* und *Owsjannikow* Grundzüge der mikroskopischen Anatomie, Russisch 1887 Fig. 539 S. 919) lässt übrigens von derselben nicht das mindeste erkennen. Will man als Streifen von *Bechterew* einfach tangentiale Fasern bezeichnen, die dem *Stratum zonale* parallel laufen und einzelne stärkere Fasern enthalten, so kam ein solcher allerdings auch an manchen Orten bei meinem 43 Jährigen vor (Fig. 725). Sehr schön und von kolossalen Fasern gebildet zeigt diese Lage das Gehirn des Pferdes.

O. v. Leonowa unterscheidet am Occipitalhirne bei Neugeborenen und Kindern acht verschiedene Schichten und will aus der Vergleichung derselben mit denen von zwei an Anophthalmie und Bulbusatrophie verstorbenen Kindern Schlüsse auf das Vorkommen des Sehcentrums ableiten (Zeitschr. von *His* 1893 S. 308 Taf. XV). Ein gewagtes Unternehmen, zu dessen glücklicher Durchführung eine vollkommene Kenntniss der Entwicklung der Hirnrinde und reichlicheres Material unumgänglich nöthig gewesen wäre.

§ 183.

Beziehungen der Elemente der Hirnrinde zueinander.

Nach Beschreibung der Elemente der Hirnrinde wollen wir nun noch an der Hand des Schema's (Fig. 745) die Beziehungen der verschiedenen Zellengebiete oder *Neurodendren* zu einander ins Auge fassen, ohne einer späteren am Schlusse der Darstellung aller Theile des Gehirns zu gebenden physiologischen Gesammtschilderung vorzugreifen.

Gehen wir bei unserer Betrachtung von den *Neurodendren* der Gehirnrinde aus, deren Axonen centrifugal verlaufen, so erheben sich zwei Hauptfragen und zwar erstens nach der Art und Weise, wie diese Nervenzellen Eindrücke oder Erregungen aufnehmen und zweitens in welcher Weise sie dieselben fortleiten. Was den ersten Punkt anlangt, so verbreitet sich immer mehr die Ansicht, dass nicht nur die Zellenkörper zur Aufnahme von Erregungen dienen, sondern auch die Dendriten. Nachdem man im Anfange der Studien über das Nervensystem nach der *Golgi*'schen Methode unter dem Einflusse der Annahmen von *Golgi* über die geringere physiologische Bedeutung der Dendriten sich dem Glauben hingegeben hatte, dass nur die Enden der *Neuraxonen* gewisser Zellen als Zuleitungs- oder erregende Apparate wirken und die Zellen selbst als erregte und die Erregung auf ihre Axonen weiter fortpflanzende Theile, wurde, wie jeder weiss, zuerst von *S. Ramón*, gestützt auf den Bau der *Glomeruli olfactorii*, der Satz aufgestellt, dass an gewissen Orten auch Dendriten Erregungen aufzunehmen und dieselben cellulipetal weiter zu leiten im Stande seien, welcher Satz bei *v. Gehuchten, mir* selbst, *Retzius*, *v. Lenhossék* und vielen anderen Zustimmung fand. Anknüpfend an diese Verhältnisse wurde dann in erster Linie durch *Ramón* und später durch *v. Gehuchten* und *Retzius* diese Lehre ganz allgemein auf alle Dendriten übertragen, bei welchem Umschwunge die Beobachtungen über den feinsten Bau der Rinde des *Cerebellum* durch *S. Ramón* und den *Lobus opticus* der Vögel durch *v. Gehuchten* besonders gewichtig in die Wagschale fielen.

Hier ist jedoch zu bemerken, dass vorläufig diese Hypothese noch keineswegs nach allen Seiten begründet ist und feststeht. Ich selbst habe auf Seite 111—115 und auf Seite 126—128 dieses Werkes eine Reihe von Thatsachen zusammengestellt, die für und gegen die Hypothese von der cellulipetalen Leitung der Dendriten sprechen und will hier nur bemerken, dass, je länger ich diese Frage überlege, ich um so mehr zu der Ueberzeugung komme, dass nicht alle Dendriten als Leitungsapparate wirksam sind. Auch *v. Lenhossék*, der im Allgemeinen sehr stark auf die Seite von *S. Ramón* und *v. Gehuchten* sich neigt, hat doch in neuester Zeit sich veranlasst gefunden, gewisse Beschränkungen eintreten zu lassen und sich meinem Standpunkte zu nähern (Feinerer Bau des Nervensystems 2. Aufl. S. 141—143). Die Thatsachen, die für mich am meisten belangreich sind, sind ausser den schon früher angeführten vor allem die Verhältnisse des *Bulbus olfactorius*. Hier besitzen die Mitralzellen ausser dem oder den Dendriten, die zu den *Glomeruli olfactorii* treten, noch eine sehr reiche Dendritenverästelung, die in keiner Weise mit den *Fila olfactoria*, den Enden der Geruchsfäserchen der *Mucosa narium*, in Verbindung gebracht werden kann und bei der auch keinerlei andere nervöse Funktion denkbar ist. Ferner finden sich auch im Ammonshorne und in der

Fascia dentata Einrichtungen, die gegen eine Betheiligung der Dendriten der Körnerzellen und der kleineren Pyramiden an den nervösen Leitungen sprechen. In beiden genannten Theilen sind nämlich die Körper der betreffenden Zellen nach *S. Ramón's* von mir bestätigten Entdeckung (s. unten) von reichen feinen Endgeflechten von Axonen der Zellen der polymorphen Schicht umgeben, während bei den Dendriten solche Beziehungen nur in untergeordneter Weise vorkommen oder selbst ganz fehlen. Endlich möchte ich noch betonen, dass, wenn in der Rinde des grossen Hirns alle Dendriten der Pyramidenzellen leitende Apparate wären, bei der ungeheueren Menge derselben (s. Fig. 722) von isolirten Bahnen und Leitungen keine Rede sein könnte. Alles zusammengenommen spreche ich mich ganz allgemein dahin aus, dass Dendriten cellulipetal leiten, wenn ihre Anordnung und Lage derart ist, dass Reize sie treffen können, dass ihnen dagegen ein solches Vermögen als allgemeine Funktion abgeht, indem an vielen Orten die anatomischen Bedingungen für solche Erregungen nicht vorhanden sind. In allen diesen Fällen betrachte ich die Dendriten einfach als Theile der Zellen, die für den Stoffwechsel und für die Ernährung des Zellenkörpers und des Axons als des wichtigsten Theiles der Nervenbäumchen von Bedeutung sind. Bei dieser Auffassung wird somit in jedem speziellen Falle der Nachweis gegeben werden müssen, wie die Dendriten und die erregenden Apparate zueinander stehen, welcher Forderung in vielen Fällen nur schwer oder für einmal gar nicht Genüge geleistet werden kann.

In einer neuen Arbeit von *Dogiel* (Anat. Anz. 1895 Nr. 23) wird nachgewiesen, dass bei Vögeln die Dendriten einer Zellenart der Retina von den Enden gewisser centrifugaler Fasern von allen Seiten wie mit einem Spinngewebe umflochten werden. Frei von diesem Geflecht bleiben nur die Zellkörper und ihre Axonen. Allem zufolge ein neuer unzweifelhafter Fall von cellulipetal leitenden Dendriten.

Weiter tritt dann die Frage auf, ob die Dendriten nur cellulipetal oder auch cellulifugal leiten, wie *Ramón* letzteres annimmt. Dieselbe beantwortet sich einfach, wenn man bedenkt, dass, wie längst bekannt, viele Achsencylinderfortsätze nicht vom Zellkörper, sondern von Dendriten entspringen (s. auch die neueren Beobachtungen der Art von *v. Gehuchten*: Ueber die motorischen Zellen im Rückenmarke von Fischen [la Cellule T. XI, 1. fasc.]). Die Möglichkeit einer cellulifugalen Leitung durch Dendriten ist somit nicht zu bezweifeln, und die Frage nur die, ob gewöhnliche Dendriten auch cellulifugal leiten. *S. Ramón* hat eine solche Leitung seinen amacrinen Zellen der Netzhaut zugeschrieben, dagegen wüsste ich für echte, unzweifelhafte Nervenzellen keine Thatsache anzuführen, die für eine solche Art der Leitung spräche.

In Betreff der Art und Weise, wie die Nervenzellen die erhaltenen Eindrücke fortleiten, so sprechen wie mir scheint, die neuen mikroskopischen Untersuchungen von *Flemming* über den Bau der Nervenzellen dafür, dass der *Neuraxon* durch seine Beziehungen zum Zellenprotoplasma, das an der Abgangsstelle desselben durch einen besonderen Bau sich auszeichnet, den typischen und gesetzmässigen Weg darstellt, auf dem Erregungszustände der Zelle weiter sich übertragen. Von hier aus pflanzt sich dann die Erregung durch alle markhaltigen Theile der *Neuraxonen* fort, ohne dass innerhalb dieser Bahn die Möglichkeit zu Uebertragungen auf andere Elemente des Nervensystems gegeben wäre. Erst da, wo die Markhülle sich verliert und die Axonen frei werden,

werden solche Uebertragungen möglich, und ist es daher für das Verständniss der physiologischen Beziehungen von so grossem Werthe, zu wissen, wo im Nervensysteme markhaltige Fasern vorkommen, wo nicht. Speziell bei der Hirnrinde tritt vor allem bei den Collateralen der Pyramidenaxonen diese Frage in den Vordergrund, da dieselben nicht in ihrer ganzen Länge, sondern nur an ihren Enden als wirksame Elemente erscheinen würden, wenn die Entdeckung von *Flechsig-Held* sich bestätigte, dass dieselben in ihren Anfängen Markscheiden besitzen.

Eine weitere wichtige Frage ist die, wie die marklosen Collateralen der Neuraxonen mit Bezug auf die Leitungsrichtung sich verhalten. Bis vor Kurzem war man geneigt, alle Ausläufer von Axonen als cellulifugal wirkende Theile anzusehen. Nun hat aber *v. Lenhossék* bei den Collateralen der motorischen Wurzelfasern im Rückenmark vor einiger Zeit die Frage angeregt, ob dieselben nicht cellulipetal leiten und in der zweiten Auflage seiner Arbeit „über den feineren Bau des Nervensystems“ dieselbe Vermuthung auch für die rückläufigen Collateralen der *Purkinje*'schen Zellen und für die Collateralen der Mitralzellen des *Bulbus olfactorius* ausgesprochen und schliesslich ganz allgemein den Satz aufgestellt, dass alle Collateralen, die von den Anfangstheilen der Axonen ausgehen, die Bedeutung von Dendriten haben und cellulipetal leiten, die anderen, in grösserer Entfernung entspringenden cellulifugal. Die ersteren nennt er Axodendriten, die letzteren Paraxonen.

Diese Auffassung ist, wie ich mit *v. Gehuchten* (*la Cellule XI*) sagen muss, so allgemein aufgestellt, unzweifelhaft nicht stichhaltig, indem alle von sensiblen Zellen (den Zellen der Ganglien der Rückenmarks- und Kopfnerven, den Zellen der sensiblen Kerne II. und höherer Ordnung) entspringenden Axonen mit allen ihren Nebenästen nur cellulifugal leiten; was dagegen die von *v. Lenhossék* angeführten besonderen Fälle betrifft, so ist auch meiner Meinung nach mit Bezug auf dieselben das letzte Wort noch nicht gesprochen und eine Entscheidung sehr schwierig. Was einmal die Collateralen motorischer Wurzelfasern anlangt (s. S. 89), so glaubt *v. Gehuchten* durch seine Beobachtungen an Fischen die Annahme von *v. Lenhossék* entkräften zu können (*la Cellule XI*, S. 121), es ist jedoch zu bemerken, dass bei diesen Thieren diese Collateralen so selten und wenig ausgebildet sind, dass dieselben bei der Entscheidung dieser Frage wenig ins Gewicht fallen. Auf jeden Fall verdienen *v. Lenhossék*'s neue Beobachtungen mehr Beachtung und kann seine Hypothese nicht als unmöglich bezeichnet werden, da ja auch bei den unipolaren motorischen Zellen der Kruster und Anneliden die ersten Ausläufer des Zellenaxons, die in der zellenfreien grauen Substanz des Gehirnes reichliche Verzweigungen bilden, unzweifelhaft, wie *S. Ramón* und *Retzius* annehmen, die Bedeutung von cellulipetalen Leitern haben. Eine Entscheidung möchte ich übrigens trotzdem bei den motorischen Vorderhornzellen der Säuger nicht treffen, da ausser der von mir versuchten Erklärung noch andere Möglichkeiten vorliegen, und diese Frage keinesfalls spruchreif ist. Dasselbe gilt für die Collateralen der *Purkinje*'schen Zellen, bei denen man eine Einwirkung auf die kleinen Zellen der grauen Rindenschicht annehmen könnte. Am meisten Schwierigkeit bereiten die Collateralen der Mitralzellenaxonen. Dass dieselben mit der Perception des Geruches nichts zu thun haben, d. h. mit der Fortleitung der von den *Fila olfactoria* zu den Mitralzellen hingeführten Erregungen, scheint auf den ersten Blick unzweifelhaft und

so könnte man, wie *v. Lenhossék* (l. c. S. 131) annehmen, dass dies von anders woher, wie z. B. von den Körnern aus erregt, cellulipetal auf die Mitralzellen einwirken. Aber auch in diesem Falle erhebt sich die Frage, was eine solche zweite Erregung der Mitralzellen für eine Bedeutung haben könnte, ohne dass sich dieselbe beantworten lässt, und so scheint es mir auch an diesem Orte gerathener, weitere Aufklärungen abzuwarten, als nicht hinreichend gerechtfertigte Behauptungen aufzustellen.

Allem Erwähnten zufolge stelle ich mich daher für einmal entschieden auf den Standpunkt, dass für alle Collateralen von Axonen nur Eine Leitungsrichtung und zwar die cellulifugale mit Sicherheit nachgewiesen ist.

Fassen wir alles zusammen, was aus den bisherigen Erörterungen sich ergiebt, so kommen wir zu folgenden Aufstellungen:

1. Die Nervenzellen verarbeiten die empfangenen Erregungen und pflanzen dieselben cellulifugal durch ihre Axonen weiter.

2. Die von diesen fortgeleiteten Zustände werden nie von noch markhaltigen Fasern, sondern nur von den marklosen Enden der Axonen weiter übertragen oder wie in gewissen Fällen durch von Hause aus marklose Achsencylinder.

3. Diese Uebertragungen geschehen theils auf Zellenkörper direkt, theils auf einem Umwege durch bestimmte Dendriten.

4. Eine cellulipetale Leitung durch Collateralen ist bis jetzt nicht nachgewiesen, ebensowenig wie eine cellulifugale Leitung durch Dendriten.

Fragen wir nun, welchen Gang die Leitungen in der Hirnrinde nehmen, so ergeben sich vermuthungsweise folgende Sätze, die in einigen Punkten mit den Aufstellungen *Ramón*'s nicht übereinstimmen und im beiliegenden Schema (Fig. 745) versinnlicht sind:

1. Die Leitung zu allen den Pyramidenzellen, welche ihre peripheren Dendritenbüschel in das *Stratum zonale* senden, geschieht in diesem *Stratum* durch alle in demselben mit marklosen Fasern endenden Neuraxonen. Als solche sind hier vorhanden:

a) Die Enden der centripetalen sensiblen *Ramón*'schen Fasern (Fig. 745 *Rf*).

b) Die Enden der Zellen mit aufsteigenden Axonen oder der *Martinotti*schen Zellen (*MZ*).

c) die Enden der Neuraxonen (*Af*) von Pyramidenzellen benachbarter oder entfernterer Windungen derselben Seite (Associationsfasern), oder der anderen Seite (Balkenfasern).

2. Eine fernere Leitung zu den genannten Pyramidenzellen geschieht durch Einwirkung derselben Faserarten wie sub 1 auf ihre Zellenkörper selbst.

3. Die Leitung zu den tieferen Pyramidenzellen, deren Dendriten das *Stratum zonale* nicht erreichen, sowie zu den polymorphen Zellen und den Zellen von *Golgi*'s II. Ordnung (*G. Z. II*) geschieht durch Einwirkung auf die Zellenkörper derselben

a) durch tiefere Abzweigungen derselben Fasernarten wie bei 1, a, b, c,

b) durch die Neuraxonen *Golgi*'scher Zellen des zweiten Typus.

4. Bei allen tiefer gelegenen Pyramidenzellen, den polymorphen Zellen und den *Golgi*'schen Zellen II. Ordnung, kommen auch die Collateralen der grösseren

Pyramidenzellen in Betracht, deren Verästelungen direkt auf die Zellenkörper wirken. Für die Hypothese von Einwirkungen der verschiedenen Arten von centripetalen Fasern und von Collateralen auf die basalen Dendriten von Pyramidenzellen liegen, wie mir scheint, keine so triftigen Gründe vor, wie bei der An-

Fig. 745. Schema, die wichtigsten Zellen und Faserverhältnisse der Hirnrinde bei der Maus und beim Kaninchen darstellend. *Af* Ende einer Balkenfaser oder Associationsfaser in Form einer centripetalen Faser, roth; *Az* Associationszelle; *Cc* Zelle des *Corpus callosum*; *Cpz* blauer Neuraxon, aus einer Zelle des Streifenhügels in die Hirnrinde ziehend; *Mz* *Martinotti*sche Zelle mit aufsteigendem blauem Axon, der wesentlich im *Stratum zonale* endet; *P* Pyramidenzellen, alle mit rothen Axonen; P^1 oberflächliche kleine Pyramidenzelle; P^2 mittlere und grosse Pyramidenzellen mit Collateralen; die Axonen aller dieser Zellen gehen in die *Capsula interna* über; P^3 Pyramidenzelle, die im Streifenhügel in Endverästelungen sich auföst; *Rf* *Ramón*'sche centripetale sensible Schleifenfaser, blau; *ZGII* Zellen von *Golgi*'s II. Typus mit blauem Axon.

Fig. 745.

nahme solcher Beziehungen bei den Spitzendendriten. Bei den reichen Verästelungen verschiedener centripetaler Fasern im *Stratum zonale* in einer Lage, die beim Menschen vielleicht gar keine und bei Thieren sicherlich nur wenig Zellen enthält, ist die einzig mögliche Deutung die, dass diese Fasern auf die Spitzendendriten einwirken. Ganz anders liegen dagegen die Verhältnisse im Innern der grauen Lage. Hier befinden sich überall zahlreiche Nervenzellen, die die Eindrücke der centripetalen Fasern direkt aufnehmen können, wozu noch kommt, dass bei Thieren ganz bestimmte reiche cirkumcelluläre Verästelungen von Axonen und ihren Collateralen vorhanden sind, die eine Inanspruchnahme der Basaldendriten bei den Leitungen ganz überflüssig machen. Ich bin daher für einmal der Meinung, dass die Annahme von cellulipetalen Leitungen durch die basalen Dendriten nicht gerechtfertigt und selbst unwahrscheinlich ist. Unter allen sub 1—4 genannten Verbindungen sind die wichtigsten die im *Stratum zonale* stattfindenden, ferner die zwischen den Collateralen der grösseren Pyramidenzellen und den Zellenkörpern anderer solcher Pyramiden, endlich die zwischen den centripetalen Fasern und den Pyramidenzellen in den mittleren Theilen der Rinde.

Die Frage, ob die verschiedenen Zellenarten der Hirnrinde wesentlich verschiedene Funktionen besitzen oder alle gleichartige Verrichtungen aufweisen, lässt sich nach dem jetzigen Standpunkte der Dinge nicht mit Bestimmtheit beantworten. Auf den ersten Blick könnte man geneigt sein, die mannigfachen Leistungen, die die Zellen der Hirnrinde darbieten, von ebensovielen ganz besonderen Vorgängen im Inneren derselben abhängig zu machen. Wenn man dann aber bedenkt, dass nach den bis jetzt ermittelten Thatsachen keine wesentlichen Unterschiede im feinsten Baue dieser Elemente und in ihrer chemischen Zusammensetzung nachgewiesen sind, so neigt sich die Wagschaale doch mehr zu Gunsten der Annahme einer bei allen Hirnzellen gleichartigen Thätigkeit. Bei einer solchen Auffassung würden die Verschiedenheiten der Thätigkeitsäusserungen abhängig zu machen sein von der verschiedenen Natur der äusseren Eindrücke und von den Orten oder den Organen, in denen die Leistungen der erregten Fasern sich geltend machen. (Siehe auch § 199.)

§ 184.

Weisse Substanz des *Telencephalon*.

Die weisse Substanz der Markmasse der Hemisphären besteht ausschliesslich aus markhaltigen Fasern, deren Durchmesser beim Menschen zwischen 1 und 4 μ schwanken. Diese Fasern stammen wesentlich von zwei Quellen und zwar einmal von Zellen der Hirnrinde selbst und zweitens von Zellen anderer Theile des Nervensystems, wie aus den Sehhügeln, Vierhügeln, dem kleinen Gehirn, der Brücke, indirekt von den Ganglien der sensiblen Nerven. Die ersteren Elemente sind alle von Haus aus centrifugal, können aber im weiteren Verlaufe z. Th. zu centripetalen Fasern sich gestalten, wie die Balkenfasern und alle Associationsfasern. Dagegen sind die Elemente der zweiten Kategorie ausschliesslich centripetal, wobei jedoch zu bemerken ist, dass dieselben wohl in der Regel mehrere Systeme bilden in der Art, dass die Fasern der sensiblen Nerven nicht direkt zur Hirnrinde, als dem Sitze des bewussten Empfindens, verlaufen, sondern

in tieferen Theilen ihre Endstationen haben, von denen aus dann Leitungen zweiter und vielleicht selbst dritter Ordnung zur Endstation führen. Dasselbe gilt auch von den vom *Cerebellum* zum *Cerebrum* ziehenden Elementen.

Das Verhalten der Nervenfasern im Innern der weissen Substanz ist im Allgemeinen so, dass dieselben zu grösseren Bündeln vereinigt sind, welche auf längere Strecken beisammen bleiben, jedoch verschiedentlich von anderen Bündeln durchsetzt werden oder mit denselben sich kreuzen, wie vor allem die Balkenfaserung und die Fasern des Stabkranzes, d. h. die Ausstrahlung des Hirnstieles und der Sehhügelstrahlung, belegen. Gegen die Oberfläche des Gehirnes treten dann bestimmte Verhaltungs- und Verlaufsweisen ein, die im Allgemeinen in folgender Weise sich darlegen lassen. Alle Fasern mit längerem Verlaufe, die mit den Zellen der Hirnrinde zusammenhängen, entspringen vorzugsweise von der Höhe oder den Kämmen der Hirnwindungen, Fasern von kurzem Verlaufe dagegen von den Seitenflächen oder Abdachungen derselben. In die letzte Kategorie gehören alle kurzen Associationsfasern, die benachbarte Windungen unter einander verbinden, die *Fibrae arcuatae gyrorum*, wogegen die langen Associationsfasern, die Projektions- und Kommissurenfasern, zu der ersten Abtheilung zählen. Immerhin ist zu bemerken, dass wir vorläufig noch weit davon entfernt sind, über diese Verhältnisse sichere Auskunft geben zu können. Ferner möchte ich betonen, dass verschiedene Geschöpfe in dieser Beziehung sehr verschieden sich verhalten. Bei niederen Säugern, wie bei den Nagern, sind die Associationssysteme unzweifelhaft sehr dürftig ausgebildet, während höhere Säuger und vor allem der Mensch eine ungemein grosse Entwickelung derselben zeigen.

Endlich kann noch hervorgehoben werden, dass auf den Umstand, dass eine Faser auf der Höhe einer Windung oder auf den Abhängen derselben entspringt, kein grösserer Werth zu legen ist, indem die Organisation der grauen Substanz in beiden Gegenden wesentlich die gleiche ist. In Betreff der feineren Verhältnisse des Ursprunges und der Endigungen der verschiedenen Faserarten, der centrifugalen Projektions-, Balken- und Associationsfasern einerseits und ihrer Enden und der Enden der centripetalen sensiblen Elemente andererseits ist in einem früheren § dasjenige, was aus den Untersuchungen von *Ramón y Cajal* und meinen eigenen Erfahrungen hervorgeht, mitgetheilt worden und soll hier nur noch speziell hervorgehoben werden, dass wir über diese Verhältnisse beim Menschen noch gar nichts wissen und dass auch unsere Kenntnisse bei Thieren nach dieser Seite sehr mangelhaft sind. Was hier feststeht, lässt sich folgendermassen zusammenfassen.

1. Die Projektionsfasern entspringen vor allem von den grossen Pyramiden und dringen nach Abgabe von zahlreichen Collateralen direkt in die innere Kapsel. Theilungen derselben beim Verlassen der grauen Substanz, so dass dieselben neben einer Projektionsfaser eine Balkenfaser oder eine gleichseitige Associationsfaser abgeben, kommen wohl vor, doch halte ich solche, entgegen der Ansicht von *S. Ramón*, für nicht häufig und beweisen jedenfalls die niederen Säuger, die keinen Balken besitzen, dass viele Gehirne selbständige Projektionsfasern besitzen.

2. Die Balkenfasern entspringen von den kleinen und mittleren Rindenzellen und stehen in keinen bestimmten Beziehungen zu Projektionsfasern, wie

am besten die Entwickelung des Balkens lehrt, der selbständig aus von jeder Hemisphäre hervorsprossenden Fasern sich bildet.

3. Die Associationsfasern entspringen wie die Balkenfasern von den kleineren Rindenzellen und können beim Eintritte in die weisse Substanz Theilungen darbieten, durch welche eine Zelle zwei oder mehr Gegenden einer und derselben Hemisphäre in Verbindung setzen kann.

4. Die centripetalen Fasern finden sich überall. Die stärkeren unter denselben stammen vom Stabkranze, die feineren sind Enden von Balken- und Associationsfasern.

Im Innern der weissen Substanz der Windungen sind die verschiedenen Fasersysteme, die die Rinde darbietet, vor allem die Projektionsfasern und die tangential verlaufenden tiefen Fasern noch lange Zeit in inniger Durchflechtung und bilden einen unentwirrbaren „Filz“ (*Forel*), der vor allem aus radiären und die radiären Elemente rechtwinkelig schneidenden Fasern von verschiedenen Kalibern besteht, zwischen welchen Elementen auch eine Unzahl feinster in allen Richtungen schief verlaufender Fäserchen besteht. Von diesem Filz der Marksubstanz geben Flächenschnitte derselben vorzügliche Anschauungen und betone ich vor allem als auffallendste Erscheinung, dass in diesem Geflechte starke, transversal in den verschiedensten Richtungen sich kreuzende, einzeln oder zu kleinen Bündeln vereinte, lang dahinziehende Elemente eine Hauptrolle spielen. Diese besonderen, unzweifelhaft als Associationsfasern zu deutenden Elemente, deren nähere Beziehungen ganz unaufgeklärt sind, möchten vor allem den Beweis leisten, dass wir noch sehr weit von einem Verständnisse der feineren Verhältnisse des Faserverlaufes in der Hirnrinde entfernt sind.

Für eine nähere Schilderung des gröberen Verhaltens der Associations-Kommissuren- und Projektionsfasern, sowie der centripetalen Faserzüge des Gehirnes verweise ich auf die grösseren anatomischen Handbücher, sowie auf die zahlreichen Spezialarbeiten über diesen Theil der Anatomie des Gehirnes, unter denen ich in erster Linie die „Anatomie des Centres nerveux par Mr. et Mme. *Dejerine*“ hervorhebe, die bei Weitem das Beste darstellen, was wir nach dieser Seite besitzen. Diese Autoren haben neben der Abfaserungsmethode, die früher fast allein geübt wurde, das viel wichtigere und gute Aufschlüsse gebende Verfahren durchgeführt, an Serienschnitten ganzer, nach *Weigert* gefärbter menschlicher Gehirne den Faserverlauf zu verfolgen und so Ergebnisse erzielt, die unübertroffen dastehen. Wenn neben solchen Serienschnitten und den *Golgi*schen Färbungen auch noch die Methode von *Flechsig* der Verfolgung des Auftretens der Markscheiden, das Experiment (*Gudden*, *v. Monakow* u. A.), pathologische Erfahrungen (*Forel* und *Onufrowicz*, *Henschen* und viele andere) und die vergleichende Anatomie (*Ganser*, *Honegger*, *Edinger*, *v. Gehuchten*) zu Hilfe genommen werden, so ist die Hoffnung nicht unberechtigt, dass es gelingen werde, auch dieses schwierige Gebiet immer mehr aufzuhellen.

Obwohl ich es nicht für meine Aufgabe halte, den Theil der Anatomie des Gehirns, den ich gröbere mikroskopische Anatomie nennen möchte, in einem Handbuche der Gewebelehre zu schildern, so will ich doch hier in Kürze die Hauptthatsachen andeuten, zu denen die neuesten Untersuchungen führen.

A. Einseitige Associationsfasern.

I. *Fibrae arcuatae* s. *propriae gyrorum*. Von diesen Fasern wurde das Wichtigste Allgemeine bereits im § 176 angegeben. Von speziellen Verhältnissen ist zu

betonen, 1. dass alle langen, gleich zu besprechenden Associationsbündel eigentlich nur Gruppen von kürzeren und mittellangen *Fibrae propriae* sind; 2. dass *Fibrae propriae* kürzerer Art besonders im Occipitallappen vorkommen und in neuester Zeit vor allem von *Sachs* und *Dejerine* spezieller berücksichtigt wurden (l. l. i. c.).

II. *Cingulum Burdach, Fasciculus longitudinalis Gyri fornicati*, Zwinge. Ein Bogenbündel, das den Schnabel, das Knie, den Körper und den Wulst des Balkens umkreist, am Isthmus des *Lobus limbicus* (*Gyrus fornicatus*) sich verschmälert, beim Uebergang in den *Gyrus hippocampi* sich wiederum verbreitert und bis zum *Uncus* reicht. Die Faserung des Bündels ist keine zusammenhängende, vielmehr besteht dasselbe aus mehrfachen Systemen kürzerer Fasern, die mit der ersten Frontalwindung, dem *Gyrus paracentralis*, dem *Cuneus*, dem *Gyrus lingualis* und *fusiformis* und dem Ende des Temporallappens in Verbindung stehen.

Die *Taenia tecta* und *Stria longitudinalis interna* stehen mit dem *Cingulum* in keiner Verbindung. Ursprung und Ende des *Cingulum* und physiologische Bedeutung desselben sind unbekannt (s. *Dejerine*, S. 749—753, Figg. 238—261 und 280—288 *Cing.* Figg. 372, 373; ferner *Beevor* in Phil. Transact. 1891).

III. *Fasciculus uncinatus*, Hackenbündel, verbindet den Pol des Schläfenlappens mit der Orbitalfläche des *Lobus frontalis* unterhalb der Insel, allwo das Bündel in der Querrichtung sich ausbreitet und von der *Substantia perforata anterior* bis zur *Capsula extrema* sich erstreckt (*Dejerine*, S. 753—756, Figg. 375—377, Fig. 381).

IV. *Fasciculus longitudinalis superior* s. *arcuatus*, Oberes Längsbündel, Bogenbündel. Ein noch wenig genau gekanntes Bündel, das die Stirngegend mit dem Schläfen- und Hinterhauptslappen verbindet. Dasselbe liegt an der Basis des *Operculum*, nach aussen vom Fusse des Stabkranzes in der Höhe des Balkens und endet hinten in den zwei ersten Temporalwindungen und in den äusseren Windungen des *Lobus occipitalis*. Das vordere Ende in der Stirngegend ist nicht genau nachgewiesen (*Dejerine*, S. 756—758, Figg. 247—250, 376, 377, 382; *Schnopfhagen*, Jahrb. f. Psych. 1890).

V. *Fasciculus occipitofrontalis* (*Forel* und *Onufrowicz*). In einem Falle von Balkenmangel fanden *Forel* und *Onufrowicz* das *Tapetum*, das bisher zum Balken gezählt worden war, an der lateralen Wand des Unter- und Hinterhornes unverändert und nach vorn in Verbindung mit einem sagittal verlaufenden Bündel, das einwärts vom Stabkranze und nach aussen vom *Fornix* gelegen und mit letzterem verbunden war. Dieses früher unbekannte Associationsbündel erhielt von den genannten Autoren den Namen *Fasciculus occipito-frontalis* und glaubten sie dasselbe mit dem oberen Längsbündel zusammenbringen zu sollen. *Dejerine* bestreitet diese Auffassung, da der *Fasciculus longitudinalis superior* nach aussen vom Stabkranze liege und seine tiefsten Bündel von aussen die äussere Kapsel decken, und behauptet, der *Fasciculus occipito-frontalis* entspreche im normalen Hirne dem Strahlenkranze des geschwänzten Kernes von *Meynert* und dem Bündel des Balkens zur inneren Kapsel von *Wernicke*; doch sind nach *Dejerine* die Beschreibungen dieser beiden Autoren nicht richtig; denn man sieht, wie schon *Wernicke* lehrte, keine Bündel aus dem geschwänzten Kerne in die Markmasse der Hemisphären ausstrahlen, noch auch Balkenfasern in das betreffende Bündel übergehen. Der *Fasciculus occipito-frontalis*, wie *Dejerine* denselben auffasst (s. Fig. 381), liegt unter dem Balken und ist durch den Strahlenkranz vom *Fasciculus arcuatus* geschieden. Ganz oberflächlich im Seitenventrikel gelegen zieht das Bündel im äusseren Winkel desselben, oberhalb des *Nucleus caudatus* unterhalb des Hackens, den die Balkenfasern um den äusseren Winkel des Seitenventrikels beschreiben. Vorn entspringt dasselbe im gesammten *Lobus frontalis*, hinten bildet es das *Tapetum* und strahlt in den äusseren Theil der *Spheno-occipital*-Gegend und auch durch Fasern, die zur *Capsula externa* gehen, in die Insel aus. Dass das *Tapetum* nicht zum Balken gehört, bewies auch *Muratoff* durch Versuche an Hunden, indem dasselbe nach Durchschneidung des Balkens intakt blieb (*Dejerine*, S. 758—765, Figg. 381 und 382, dann 295, 296, 301—304; *Forel*, Tagebl. d. deutsch. Naturf. in Salzburg 1881; *Sachs*, Das Hemisphärenmark des menschl. Grosshirns I der Hinterhauptlappen, Leipzig 1892; Vortr. üb. Bau und Thätigkeit des Grosshirns, Breslau 1893; *Muratoff*, in Arch. v. *His* 1893).

VI. *Fasciculus longitudinalis inferior.* Dieses Bündel, welches den Hinterhauptslappen mit dem Schläfenlappen vereint, ist im unteren lateralen Theile des *Lobus spheno-occipitalis* gelegen und verbindet den occipitalen mit dem temporalen Pole. Als Ganzes aufgefasst, bildet das Bündel ein gebogenes, nach oben und medianwärts offenes Blatt, das die Projektionsfasern der *Temporo-occipital*-Windungen aufnimmt. Die Knickungsstelle des Blattes ist sehr dick, dessen ventrale Ecke oder Kante der 3. Temporal- und der 3. Occipitalwindung entspricht. Die laterale Wand liegt in der Höhe der zweiten und ersten Temporalwindung, während die ventrale und mediale Wand, die erstere das *Diverticulum* des *Subiculum* begrenzt und die Basis des *Gyrus fusiformis* und *lingualis* auskleidet (*Dejerine*, Fig. 383). Im Occipitallappen biegt sich der *Fasciculus longitudinalis inferior* so um, dass er schliesslich wirklich einen Ring bildet und mit seinem medialen Blatte das *Stratum calcarinum* des *Calcar avis* bekleidet (*Dejerine*, Fig. 384). Das zugespitzte Ende dieses hohlen Kegels ist schliesslich nur 2,5 cm vom Occipitalpole entfernt. Der *Fasciculus longitudinalis inferior* ist durch grobe Fasern charakterisirt und unterscheidet sich durch diese von den an seiner medialen Seite gelegenen *Gratiolet*'schen Strahlungen. Wie andere grosse Längsbündel besteht auch dieses Fascikel aus einer Anzahl von besonderen Bezirken und enden seine Fasern in allen den Windungen, denen er nahe liegt; ferner giebt derselbe auch Fasern an die äussere Kapsel ab, steht jedoch mit dem *Türck*'schen Bündel, das den lateralen Theil des Hirnschenkelfusses bildet, nicht in Verbindung und ist einfach ein Associationsbündel (*Dejerine*, S. 765—780, Figg. 373, 374, 383—388).

B. Doppelseitige Associationsfasern.

Zu diesen gehört der Balken und die *Commissura anterior*, welche letztere beim *Rhinencephalon* besprochen werden wird, zugleich mit dem *Fornix*, der einseitige und doppelseitige Associationsfasern enthält.

Was den Balken anlangt, so sind die feineren Verhältnisse, der Ursprung und das Ende der Balkenfasern schon in einem früheren § besprochen worden und erübrigt nur noch die gröberen Verhältnisse kurz anzudeuten.

Was erstens die Frage betrifft, ob alle Hirnwindungen am Balken Antheil haben oder nicht, so ist sicher, dass der *Bulbus olfactorius* keine Fasern zum *Corpus callosum* sendet und ebenso auch die Windungen nicht, in denen der hintere Schenkel der vorderen Kommissur sich ausbreitet, somit gewisse später näher zu bezeichnende Theile des Schläfenlappens. Zweitens die Faserung des Balkens anlangend, so ist zu beachten, dass die Elemente desselben nicht einfach einander parallel von rechts nach links ziehen, vielmehr verschiedene Kreuzungen erleiden. So sollen nach *Dejerine* oberflächliche Fasern beim Uebertritt auf die andere Seite in die Tiefe treten und vordere Fasern hiebei nach hinten sich wenden und umgekehrt, woraus *Dejerine* schliesst, dass der Balken nicht einfach eine Kommissur gleicher Theile beider Seiten, sondern ein grosses Associationsbündel darstelle.

Ganser hat ebenfalls beim Maulwurfe eine Kreuzung der Balkenfasern in kleinen Bündeln beschrieben (§ 650), erklärt aber, gestützt auf die Experimente von *Gudden*, den Balken für eine reine Kommissur. Nach Exstirpation einer Hemisphäre sah *Gudden* den Balken auf beiden Seiten atrophiren. In ähnlicher Weise atrophirt die vordere Kommissur auf beiden Seiten wenn ein *Bulbus olfactorius* entfernt ist. In Betreff der Einzelheiten über den Verlauf der Balkenfasern, besonders der aus dem *Splenium* kommenden, bei denen *Dejerine* eine ähnliche Anordnung um das Hinterhorn nachwies, wie beim *Fasciculus longitudinalis inferior*, muss ich auf das Hirnwerk dieses Autors verweisen (l. c. p. 787—802), in dem auch eine Anzahl pathologischer Erfahrungen beim Studium dieser Frage verwerthet sind.

§ 185.

Rhinencephalon. Allgemeines.

Der Theil des Gehirnes, der dem Geruchssinne dient, besitzt als wesentlichsten Theil den *Bulbus olfactorius* oder den Riechkolben. In diesem enden die marklosen, in der Riechschleimhaut von den Riechzellen entstandenen

Fasern, die *Fila olfactoria*, in besonderen kugeligen Gebilden, den *Glomeruli olfactorii*, indem sie in denselben reiche baumförmige Verästelungen bilden. In dieselben *Glomeruli* treten von der anderen Seite von innen her Verästelungen von Dendriten grösserer und kleinerer Zellen (Mitral- überhaupt Pinselzellen) und wird die Riechleitung so hergestellt, dass diese Dendriten von den Enden der *Fila olfactoria* durch Kontakt erregt werden. Die weitere Geruchsleitung wird dann von den Mitralzellen übernommen und durch deren Achsencylinderfortsätze zu bestimmten Theilen des Gehirnes, zum *Lobus olfactorius* und zum *Lobus pyriformis*, geleitet, in denen dann besondere Zellen als letzte Leitungen zu noch nicht genau ermittelten Theilen des Gehirnes führen. Zum *Rhinencephalon* gehören ausserdem das Ammonshorn und die *Fascia dentata*, der *Lobus hippocampi*, der *Fornix*, das *Septum pellucidum* und die *Commissura anterior*.

Bei allen Säugern, auch den mikrosmatischen, enthält der *Bulbus olfactorius* bei seiner Entwicklung im Inneren eine Höhle, den *Ventriculus olfactorius*, die mit dem Vorderhorne des Seitenventrikels in Verbindung steht, welche Höhle bei allen makrosmatischen Säugern, soviel man weiss, zeitlebens sich erhält und durch einen engeren Kanal ihre Verbindung mit der grossen Hirnhöhle sich bewahrt.

§ 186.

Der *Bulbus olfactorius*. Allgemeines.

Die Riechkolben, obschon bei den verschiedenen Säugern, entsprechend der Entwicklung des Geruchssinnes, von sehr wechselnder Grösse, zeigt doch bei allen wesentlich dasselbe makroskopische und mikroskopische Verhalten und kann als ein eigenthümlich umgestalteter Theil der Hirnrinde angesehen werden, bei der die von aussen zutretenden Geruchsfäserchen oder die *Fila olfactoria* die Stelle des *Stratum zonale* einnehmen. Behufs der Schilderung der Einzelheiten wähle ich einen makrosmatischen Säuger, das Kaninchen und ein mikrosmatisches Geschöpf, den Menschen, als Beispiel.

Beim Kaninchen zeigen, wie die Fig. 747 lehrt, frontale Schnitte des *Bulbus olfactorius* folgende Verhältnisse. Erstens findet sich am Bulbus des Kaninchens eine von *v. Gudden* entdeckte Eigenthümlichkeit, dass er aus zwei Theilen, einem Hauptbulbus und einem Nebenbulbus besteht (*NB*), welcher letztere an der dorsalen medialen Seite des hintersten Endes des Hauptbulbus seine Lage hat. Die Grössenverhältnisse des Nebenbulbus sind im Frontalschnitte: *Diam. dorso-ventralis* 2,1 mm; *Diam. transversalis* 1,00 mm; im Sagittalschnitte: *Diam. sagittalis* 2,00 mm; *Diam. dorso-ventralis* 1,14 mm. Einen solchen Nebenbulbus besitzt nach meinen Wahrnehmungen auch die Maus und die Katze. Der Hauptbulbus zeigt folgende Schichten:

1. Die Lage der Olfactoriusfäserchen,
2. das *Stratum glomerulorum* oder die Schicht der *Glomeruli*,
3. das *Stratum griseum*, die graue Substanz, die der grauen Lage der Hirnrinde entspricht und wiederum zerfällt werden kann:
   a) in das *Stratum moleculare* s. *gelatinosum* mit kleinen und grösseren Nervenzellen und
   b) in die Lage der Riesenpyramiden, der Mitralzellen.

4. Die weisse Substanz, die Nervenfaserlage oder Körnerschicht.

Der Hauptbulbus des Kaninchens ist an der ganzen lateralen und dann bis zum Nebenbulbus an der medialen Seite von einem dichten Gewirre von Olfactoriusbündeln (Fig. 747 *Fo*) umgeben, die auch auf den Nebenbulbus übergehen, auf welche dann eine regelmässige Reihe von *Glomeruli olfactorii* folgt (*Gl. o.*). Eine helle Zone von 0,29—0,30 mm, die Molekularschicht der Autoren oder die gelatinöse Zone von *Clarke* (*Str. m*), trennt die *Glomeruli* von einem dünnen dunkleren Streifen, der Schicht der grossen Pyramiden- oder den Mitralzellen (*MZ*). Auf diese folgt dann eine breitere Lage von netzförmig verbundenen, bogenförmig verlaufenden Nervenfaserbündeln, die in ihren ungemein zahlreichen engen, ebenfalls bogenförmig angeordneten Lücken ganz und gar von kleinen zelligen Elementen, den sogenannten *Granula* oder Körnern, erfüllt sind. Diese Lage (*Str. gr.*), die auch viele radiär verlaufende Nervenfasern enthält, heisst die Lage der *Granula*, die Körnerzone oder die Lage der tiefen Nervenfasern. Nach innen zu wird die Körnerzone von einer mehr weniger mächtigen Lage von schief und quer durchschnittenen Nervenfasern begrenzt, an der zwei Unterabtheilungen zu unterscheiden sind, eine oberflächlichere, aus quer und schief durchschnittenen Elementen bestehende, die fast einen geschlossenen Ring bildet und aus den Fasern des *Tractus olfactorius lateralis* (*Tr. o. l.*)

Fig. 747.

Fig. 747. Frontalschnitt des *Bulbus olfactorius* eines jüngeren Kaninchens. Gez. bei System I, Oc. III, k. Tub., Präparat Nr. 10. *Weigert*. *Ca* Kommissurenfasern; *Fo Fila olfactoria; Glo Glomeruli olfactorii; MZ* Mitralzellen; *NB* Nebenbulbus; *Strgr Stratum granulosum; Strm Stratum moleculare; Tr.ol Tractus olfactorius lateralis; Tr.om Tractus olfactorius medialis; VB Ventriculus Bulbi olfactorii; grS* Graue Substanz.

und *medialis* (*Tr.o.m.*) besteht und eine innere vorwiegend aus quer durchschnittenen Fasern zusammengesetzte, um die Höhle im *Bulbus* herum gelegene und besonders an der ventralen und lateralen Seite gut entwickelte, die von den Ausläufern der *Commissura anterior* gebildet wird. Da, wo ein Nebenbulbus sich findet, zeigt derselbe in geringer Entwicklung ähnliche Lagen, wie der Hauptbulbus, Olfactoriusfasern in Bündelchen an seiner medialen Seite, dann rundliche, kleine Gebilde, die an *Glomeruli* erinnern, aber beim Kaninchen nicht leicht mit Bestimmtheit als solche sich erkennen lassen, wohl aber bei der Maus, eine *Substantia gelatinosa*, einige zerstreute grössere Zellen, die Mitralzellen sind, und viele kleinere Zellen, wie Körnerzellen, schliesslich ein Bündel von Nervenfasern, das an die Hauptmasse des *Tractus olfactorius* sich anschliesst.

Verfolgt man den Bulbus an Frontalschnitten rückwärts, so verändern sich, indem die *Glomeruli* und die anderen eigenthümlichen Strukturverhältnisse desselben schwinden und der Nebenbulbus vorgeht, die Verhältnisse bald so, dass, was vom *Bulbus* noch übrig bleibt, mit dem Frontaltheile des Gehirnes verschmilzt und den *Lobus olfactorius* bildet. So entstehen dann Verhältnisse, wie sie die Fig. 748 vom Kaninchen zeigt, in denen der *Lobus olfactorius* durch einen deutlichen *Sulcus rhinalis* an der lateralen Seite vom Stirnhirne geschieden ist, während an der Seite der grossen Hirnspalte beide Theile unmittelbar ineinander übergehen. Der *Lobus olfactorius* zeigt hier im Innern immer noch eine kleine Höhle, Fortsetzung der Höhle des Bulbus, ferner zwei Hauptansammlungen weisser Substanz, eine oberflächliche an der lateralen und ventralen Seite, die von den Fasern des *Tractus olfactorius lateralis* und *medialis* gebildet werden und eine tiefe an der lateralen ventralen Seite der Höhle des Lobus, die den Elementen der *Commissura anterior* angehört. Im weiteren Verlaufe wird die Höhle des Lobus immer enger und mündet zuletzt durch eine kleine Oeffnung in das Vorderhorn des Seitenventrikels aus. In dieser Gegend ist die *Commissura anterior* schon in Form eines ansehnlichen Querschnittes zu sehen an der lateralen ventralen Seite der Höhle des *Lobus*, während die Tractusfasern deutlich zwei Abtheilungen bilden, eine laterale, dicke, ganz oberflächliche Schicht, welche den *Tractus lateralis* darstellt und eine ventrale mediale, welche, etwas unter der Oberfläche gelegen, aus mehr zerstreuten

Fig. 748.

Fig. 748. Frontalschnitt des Gehirns des Kaninchens der Fig. 747, Nr. 37, 4:1. *Weigert. Ca Commissura anterior Pars olfactoria; Lfr* vorderste Frontalgegend des Gehirns; *Lo Lobus olfactorius; Srh Sulcus rhinalis; Tr.ol Tractus olfactorius lateralis; Tr.om Tractus olfactorius medialis; Vo Ventriculus olfactorius.*

Bündelchen besteht und die mediale Tractuswurzel bildet. Im ganzen *Lobus olfactorius* ist von seinem ersten Auftreten an graue Substanz zwischen den Tractus- und Kommissurenfasern zu finden und zieht sich dieselbe auch an der medialen Seite gegen den Stirnlappen herauf, wo dieselbe bald mit der grauen Substanz des *Septum pellucidum* in Verbindung tritt.

Sagittalschnitte durch den *Bulbus olfactorius* des Kaninchens zeigen denselben, wie die Fig. 749 dies wiedergiebt, als einen gestielten birnförmigen Körper. Die Lagen des *Bulbus* erscheinen in Form von konzentrischen Beuteln oder Kappen, deren innerste um die Höhle herum von den Fasern der *Commissura anterior* gebildet wird, auf welche dann die Tractusfasern und die Körnerzone folgt. Die Tractusfasern ziehen sich dann nach dem Gehirne zu alle auf die ventrale Seite des Stieles, während die Kommissurenfasern (*Ca*) der Achse desselben folgen, und in dieser Lagerung verlaufen diese Elemente dann im *Lobus olfactorius* weiter, wie dies

Fig. 749.

Fig. 749. Sagittalschnitt des *Bulbus olfactorius* desselben Kaninchens, von dem auch die Figuren 637—639 stammen. Gezeichnet bei System I, Oc. I, k. Tub. *Weigert*. Buchstaben wie in Figur 747. Ausserdem: *M* Molekularzone.

schon aus einem früher gegebenen Sagittalschnitte (Fig. 629) ersichtlich ist. Von der Körnerlage geben Sagittalschnitte eine besonders gute Anschauung und zeigen, dass die Maschen der Nervenfasern in diesem Falle mehr rundlich sind.

Endlich zeigt noch ein Horizontalschnitt (Fig. 750) die Stellung des *Bulbus* zum Vorderhirne. Namentlich ergiebt sich aus dieser Figur, dass ein Theil des *Tractus olfactorius* mit dem *Septum pellucidum* zusammenhängt, wie dies auch aus den sagittalen Längsschnitten der Figg. 638 und 639 hervorgeht.

Der *Bulbus olfactorius* des Menschen ist in seinen makroskopischen Verhältnissen nur von *Henle* (Nervenlehre 2. Aufl. 1879 S. 384—389, Fig. 237—240) einer genaueren Untersuchung unterzogen worden, zu einer Zeit, in welcher der feinere Bau desselben in Deutschland noch nicht bekannt war, obschon *Golgi* seine bahnbrechenden Untersuchungen schon im Jahre 1875 veröffentlicht hatte und will ich hier über das berichten, was mir *Weigert*'sche Präparate an Frontal- und Horizontalschnitten ergeben haben.

Frontalschnitte zeigen, dass der Bau im Grossen Ganzen derselbe ist wie bei Säugern. Auf eine oberflächliche Lage von Bündeln der *Fila olfactoria*, die am vordersten Ende des *Bulbus* ringsherumgeht, weiter nach dem *Tractus* zu dagegen an der ventralen, der *Lamina cribrosa* zugewendeten Fläche des *Bulbus* sich findet (Fig. 751 *Fo*), folgen die *Glomeruli olfactorii* (*Gl*), die hier einen Durchmesser von 64—81—100 μ zeigen und in einer oder zwei Reihen stehen. Eine Molekularschicht (*M*) ist nicht überall deutlich abgegrenzt und ebensowenig eine zusammenhängende Zone von Mitralzellen vorhanden, obschon

Fig. 750.

Fig. 750. *Lobus olfactorius* und *Bulbus* des Kaninchens horizontal. Nr. 71a. *Weigert* 8:1. *Bo Bulbus olfactorius; Ca Commissura anterior; Fo Fila olfactoria; Glo Glomeruli olfactorii; Lo Lobus olfactorius; M* Molekularzone; *MZ* Mitralzellen; *Nc Nucleus caudatus; SaS Substantia alba Septi; Sp Septum pellucidum; Strgr Stratum granulosum; Tro Tractus olfactorius lateralis; VB Ventriculus Bulbi; Vh Cornu anterius V. lateralis.*

dieselben an manchen Orten (Fig. 751 *MZ*) linienförmig aneinander gereiht sind, wobei die Reihe derselben wellenförmige Biegungen machen kann, wie auf Einer Seite der Fig. 751. In den Gegenden, in denen die Mitralzellen deutlich in Reihen stehen, lässt sich auch die Körnerschicht (*Kz*) ziemlich gut begrenzen, sonst nicht. In den vorderen Theilen des *Bulbus*, da, wo die *Glomeruli* rings herum gehen, wird dieselbe nach innen deutlicher als nach aussen durch eine ringförmige Zone von markhaltigen Fasern abgeschlossen, innerhalb welcher eine wie aus kleinen Zellen bestehende centrale Masse befindlich ist, die mir ein Rest des früheren *Ependyms* der Bulbushöhle zu sein scheint. An markhaltigen Fasern ist überhaupt der *Bulbus* des Menschen reicher, als derjenige von Thieren, und betone ich vor allem, dass auch um die *Glomeruli* herum solche sich finden. An der Spitze des *Bulbus* findet sich im Innern eine zusammenhängende markhaltige quere Lamelle, die an beiden Rändern mit Querschnitten markhaltiger

Fig. 751.

Fasern verbunden ist. In den mittleren Theilen des Bulbus dagegen findet sich im Innern ein Kern von grauer Substanz (Fig. 751 *grS*), der rings von markhaltigen Fasern umzogen ist, die z. Th. longitudinal verlaufen und als eine Lage feiner Querschnitte (*dwS* und *vwS*) oder stärkerer Bündel (*wFb*) erscheinen, z. Th. schief verlaufen.

Horizontale Längsschnitte des *Bulbus* und *Tractus* (Figg. 752, 753) lehren folgendes: Die Mitte des *Bulbus* wird mehr an der dorsalen Seite von einer zusammenhängenden Lage dunkelrandiger feiner Nervenfasern eingenommen, welche nahezu am vordersten Ende des *Bulbus* in zwei Bündel auseinandertreten, die bogenförmig zusammenhängen und eine Schleife mit vorderer Konvexität bilden. In geringer Tiefe theilt sich dann diese Schleife in zwei seitliche Bündel, indem

Fig. 751. Querschnitt des menschlichen *Bulbus olfactorius*. 25 : 1. *Weigert*. *Fo Fila olfactoria; Gl Glomeruli; Kz* Körnerzone; *M* Molekularlage; *MZ* Mitralzellen; *dwS* dorsale weisse quer durchschnittene Faserlage; *grS* innerer grauer Kern; *vwS* ventrale weisse querdurchschnittene Faserlage; *wFb* weisse Fasernbündel.

eine Art Septum auftritt, das nach kurzem Verlaufe rückwärts in einen grauen breiteren Centralstrang sich fortsetzt. Die denselben begrenzenden markhaltigen Bündel sammeln sich dann wieder zu einer zusammenhängenden Platte und nehmen zugleich graue, an grösseren Nervenzellen reiche Massen (*gr.S*) zwischen sich auf, sodass dieselben stellenweise wie zwei Blätter bilden (s. Fig. 752). Je weiter die Schnitte nach der ventralen Seite zu fortgehen, um so mächtiger wird

Fig. 752.

Fig. 753.

diese graue Substanz und bildet eine Menge länglicher, runder Inseln (*gr.S*) in der zusammenhängenden longitudinalen Schicht markhaltiger Fasern, welche An-

Fig. 752. Horizontalschnitt durch den *Bulbus* und *Tractus olfactorius* des Menschen. *Weigert.* 6 : 1. *Bo Bulbus olfactorius; S* Septum ähnliche Bildung; *Tro Tractus olfactorius; grS* graue Substanzinseln; *vBwS* vordere Bündel weisser Substanz.

Fig. 753. Tiefster Theil der hinteren Hälfte des *Bulbus olfactorius* des Menschen. Horizontalschnitt von der tiefen Seite gesehen. *Weigert.* 15 : 1. Man sieht die haufenweise beisammen stehenden *Glomeruli* und über denselben die Lage der Nervenfasern.

sammlungen von grauer Substanz auch in den *Tractus* selbst hinein sich erstrecken (Fig. 752). Endlich schwindet an tieferen Horizontalschnitten am *Bulbus* selbst die zusammenhängende Masse von markhaltigen Längsfasern ebenso wie die Nester grauer Substanz und treten das *Stratum granulosum* der Riechgegend mit unregelmässig verlaufenden Nervenfäserchen und Mitralzellen mit *Glomeruli* auf (Fig. 753). Die Nervenfasern des *Tractus* sind im Allgemeinen stärker, als die des *Bulbus*, doch finden sich auch in dem ersteren, in den Massen grauer Substanz feinere Elemente, wie solche im *Bulbus* vorwiegend sind.

§ 187.

Bulbus olfactorius. Der Riechkolben. Feinster Bau.

Wir beginnen die Schilderung des feinsten Baues des *Bulbus olfactorius* mit der Beschreibung der auffallendsten Theile desselben, der *Glomeruli olfactorii.* Dieselben wurden, seit *Leydig* derselben zuerst ansichtig geworden war (Histologie 1857 S. 206), von zahlreichen Beobachtern, *Walter*, *Owsjannikow*, *Lockhart-Clarke* (Zeitschr. f. wissensch. Zool. XI), *Meynert* u. a. m. wahrgenommen und am genauesten von *Ganser* beschrieben, doch gelang es erst *Golgi* im Jahre 1875 mit Hilfe seiner Methode in einer vorzüglichen Arbeit, den Bau desselben zu enträthseln (Sulla fina struttura dei Bulbi olfattorii S. 32 con Tavola. Reggio Emilia 1875). Leider blieben diese Beobachtungen lange Zeit unbekannt und wurden im Jahre 1890 durch *S. Ramón y Cajal* der Vergessenheit entrissen (Origen y Terminacion de las fibras nerviosas olfatorias in gazeta sanitaria municipal 10. Dezbr. 1890 21 S. 6 Fig.) und weiter geführt, worauf dann eine Reihe anderer Autoren, wie *v. Gehuchten* und *Martin* (Le Bulbe olfactif in la Cellule VII 1890, 35 S. III Taf.), *R. Ramón* (Estructura del Bulbo olfatorio de las aves in Gaz. sanit. di Barcelona Juli 1890 und Il encefalo de los reptiles, ebenda Sept. 1891; Invest. micr. en el encefalo de los batraceos y reptiles Saragossa 1894), *ich* selbst (Würzb. Sitzber. 19. Dez. 1891), *Retzius* (Biolog. Unters. N. F. III 1892 S. 25, Taf. X), *Calleja* (La region olfatoria del cerebro, Madrid 1893), *N. Löwenthal* (Lobe olfactif des Reptiles in Journ. de l'Anat. et de la Physiol. 1892 p. 249, Pl. VI), *C. Conil* (Compt rend. Soc. de Biol. 1892 p. 179) und *Berdez* (La cellule nerveuse, Lausanne 1893) diese Angelegenheit weiter förderten.

Der jetzige Stand unserer Kenntnisse über die *Glomeruli olfactorii* ist folgender: Diese Körper, deren Grösse zwischen 0,10 — 0,30 mm schwankt, bilden den oberflächlichen Theil des Abschnittes des *Bulbus olfactorius*, der der *Lamina cribrosa* des Siebbeines anliegt, und dringen zu jedem derselben je ein oder mehrere Bündelchen von Olfactoriusfäserchen. Diese marklosen feinen Fäserchen entspringen in der Riechschleimhaut, jedes Fäserchen von einer sogenannten Riechzelle derselben, welche eine bipolare Ganglienzelle darstellt. Die Olfactoriusfäserchen sammeln sich in der Riechschleimhaut zu Bündeln, deren Bau auf S. 37 und 38 beschrieben ist, welche Bündel mit ihren Hüllen bis durch die *Lamina cribrosa* dringen. An der Oberfläche des *Bulbus olfactorius* angelangt verlieren sich die Hüllen an der Gefässhaut und bleiben nur die feinen Olfactoriusfäserchen übrig, welche sofort ein oberflächlich ausgebreitetes Geflecht gröberer und feinerer Bündelchen bilden, welches als erste Lage des *Bulbus*

angesehen werden kann und unmittelbar unter der Schicht der *Glomeruli* seine Lage hat. Aus diesem Geflechte erheben sich dann die Endbündelchen, die unmittelbar in die *Glomeruli* eintreten. Diese Bündelchen bestehen aus feinen, gleichartigen, nicht varikösen Fäserchen von genau derselben Beschaffenheit wie diejenigen, die von den Riechzellen der *Mucosa nasi* entspringen, nur dass dieselben hier von sternförmigen, bereits von *Golgi* wahrgenommenen Gliazellen umgeben und zusammengefasst werden (siehe auch *v. Gehuchten* Fig. 4 S. 9), deren Vorkommen wohl auf eine in geringer Menge vorkommende Zwischensubstanz schliessen lässt. Vor dem Eindringen in die *Glomeruli* bilden die Olfactoriusfäserchen manchmal Theilungen in zwei, selbst drei Aestchen (*v. Gehuchten* Fig. 2—6, *Löwenthal* Fig. 3a) und ist besonders bemerkenswerth, dass solche Theilungsäste in zwei verschiedene *Glomeruli* eintreten können.

Was nun das Verhalten der Fäserchen der einfachen oder mehrfachen Nervenbündelchen betrifft, die in je Einen *Glomerulus* eintreten, so gebührt *Golgi* das Verdienst, wahrgenommen zu haben, dass dieselben im Innern der *Glomeruli* sich reich verästeln. Auf der anderen Seite glaubte aber *Golgi* gesehen zu haben, dass diese Verästelung schliesslich zu einem Netze sich gestalte, an welchem Netze auch von aussen in die *Glomeruli* eindringende Nervenfäserchen sich betheiligen. Von einem solchen Netze vermag ich nichts zu sehen, und stimmen meine Erfahrungen (Fig. 754) ganz mit den ersten Angaben über diese Verhältnisse von *S. Ramón* (Fig. 2) und *v. Gehuchten* (Fig. 14—20) und mit denen von *Retzius* (l. c. Taf. X, Fig. 2, 6, 7, 8) überein. Die Verästelung der Olfactoriusfäserchen ist eine eigenthümlich hirschgeweihähnliche, nur viel unregelmässiger und erinnert auch etwas an die der feineren Aestchen im elektrischen Organe von Torpedo.

Fig. 754.

Fig. 754. Ein *Glomerulus olfactorius* von einer jungen Katze. Gez. bei Syst. VII, Oc. III, k. Tub. und um $^1/_4$ verkleinert. *Fo Fila olfactoria* im *Glomerulus* sich verästelnd; *Vc* Capillargefässe den ganzen *Glomerulus* durchziehend.

In den *Glomeruli olfactorii* verzweigen sich ausser den Olfactoriusfasern noch andere Fasern und zwar Enden gewisser Dendriten der Pinselzellen, vor allem der grössten unter denselben, der Mitralzellen, von denen weiter unten die Rede sein soll. Damit sind jedoch die Bestandtheile dieser merkwürdigen Körperchen noch nicht erschöpft und zählen zu denselben noch Gefäss-Capillaren und kleine sternförmigen Zellen. Was die Gefässe der *Glomeruli* anlangt, so schildert *Leydig* die *Glomeruli* von *Sphyrna* als von Blutgefässen umsponnene Klumpen einer feinkörnigen Substanz; *Owsjannikow* nennt die *Glomeruli* überzogen und durchzogen von Gefässen, doch ist *Golgi* der einzige Autor, der eine, wenn auch unvollkommene Abbildung dieser von ihm Capillaren genannten Gefässe giebt und habe ich aus diesem Grunde diese Gefässe in der Figur 754 zur Darstellung gebracht, welche ergiebt, dass Capillaren in erheblicher Menge das ganze Innere dieser Körperchen durchziehen. Was die Zellen anlangt, so ist auch in dieser Beziehung *Golgi* derjenige, der dieselben am genauesten schildert. Nach ihm (l. c. S. 11 u. Taf. VII) sind dieselben Gliazellen, welche z. Th. den Capillaren dicht anliegen, z. Th. wenigstens durch ihre Ausläufer mit denselben in Verbindung stehen, von welchen Ausläufern einzelne grosse Verbreiterungen bilden. Die Verästelung dieser Gliazellen ist nach *Golgi* so reich, dass dieselbe für sich allein ein ganz verwickeltes, durch die ganzen *Glomeruli* sich erstreckendes Geflecht bildet. In vollem Gegensatze zu diesen Angaben hält *S. Ramón* diese Zellen (abgebildet in seiner Fig. 4 bei a) für nervöse

Fig. 755.

Fig. 755. Frontalschnitt aus dem *Bulbus olfactorius* eines erwachsenen Kaninchens. Nr. 2, mittlere Vergr., *Weigert. gl Glomeruli,* besonders an der tiefen Seite von Geflechten markhaltiger Fasern umgeben; *m* Mitralzellen; *Sa* weisse Substanz *(Stratum granulosum)* mit tangentialen und radiären dunkelrandigen Fasern, die in ihren Maschen die nicht dargestellten Körner enthalten; *Sg Substantia gelatinosa (Stratum moleculare)* mit zahlreichen radiären markhaltigen Fasern und zahlreichen kleinen Nervenzellen in der Nähe der *Glomeruli.*

Elemente, doch bekennt er, dass seine Untersuchungen über dieselben noch nicht abgeschlossen seien, und dass diese Zellen nur sehr schwer sich färben. Obschon ich die Auffassung von *Golgi* für die richtigere halte, will ich doch eine Angabe von *S. Ramón* erwähnen, die, wenn sie sich als begründet ergäbe, für seine Annahme verwerthet werden könnte, nämlich die Behauptung, dass an *Weigert*'schen Präparaten manchmal feine markhaltige Fasern aus den *Glomeruli* austreten, um seitwärts in der Richtung auf andere *Glomeruli* zu zu verlaufen (l. c. Fig. 6 c). Mir selbst ist es an guten *Weigert*'schen Präparaten (Fig. 755) nicht gelungen, solche Fasern zu sehen, obschon an denselben viel mehr markhaltige Fasern gefärbt waren, als an denen von *S. Ramón*.

Als der Lage der *Glomeruli* angehörend sind noch hervorzuheben vorwiegend feine markhaltige Fasern, die die *Glomeruli* von allen Seiten umgeben, vor allem aber an der tiefen Seite derselben reichlich entwickelt sind, Elemente, die ausser *S. Ramón* (l. c. Fig. 6) bisher noch niemand gesehen zu haben scheint und von denen ich hier die erste gute Abbildung vorlege (Fig. 755).

Auf die Schicht der *Fila olfactoria* und die Lage der *Glomeruli* folgt ein *Stratum*, das man in Vergleichung mit dem Baue der gewöhnlichen Hirnrinde das der kleinen Pyramidenzellen heissen könnte.

Diese Schicht geht gewöhnlich unter dem Namen *Stratum moleculare* oder *Stratum gelatinosum*, *Clarke*. Dieselbe enthält mannigfache Bestandtheile und zwar:

a) Markhaltige, diese Schicht besonders in radiärer Richtung durchziehende Fasern;

b) die Enden der Verästelungen der Körnerzellen (s. unten);

c) die Dendriten der grossen Mitral- oder Pyramidenzellen;

d) den Mitralzellen ähnliche grosse Zellen, die jedoch nicht mit denselben in Einer Reihe stehen (Mittlere Pinselzellen, *Celulas empenachadas medias, S. Ramón*);

e) kleine solche Zellen von gleichem Verhalten (Oberflächliche Pinselzellen, *C. empenachadas perifericas*, *S. Ramón*);

f) Centripetal sich verästelnde Nervenfasern.

Von diesen Elementen wollen wir die sub c, d und e zuerst und zusammen beschreiben und zugleich auch die Lage der Mitralzellen oder der grossen Pyramidenzellen, wie man dieselbe im Vergleiche mit der gewöhnlichen Hirnrinde nennen könnte (tiefe Pinselzellen, *C. empenachadas profundas, S. Ramón*) schildern. Diese Lage besteht aus 1, 2 oder 3 Schichten grosser Zellen, die in vielen Beziehungen an die grossen Pyramidenzellen der gewöhnlichen Hirnrinde erinnern und in der Gestalt ihres Zellenkörpers am besten mit den *Purkinje*'schen Zellen verglichen werden können. Von dem Zellenkörper gehen zweierlei protoplasmatische Fortsätze aus, einmal gewöhnliche Dendritenstämme und zweitens die Riechpinsel, *Penicilli olfactorii*, die ausschliesslich im Innern der *Glomeruli* sich verästeln und enden. Bei den Säugern ist es, wie ich mit *S. Ramón* und *v. Gehuchten* finde, Gesetz, dass jede Mitralzelle nur Einen Riechpinsel abgiebt, doch kommt es nach dem letzten Beobachter, aber sehr selten, vor, dass ein Stamm eines solchen Fortsatzes durch Theilung zwei *Glomeruli* versorgt. Die Art der Verästelung dieser

Zellenfortsätze in den *Glomeruli* geht aus der Fig. 756 hinreichend bestimmt hervor und betone ich nur, dass die Aeste dieses Zellenfortsatzes meist unter sehr spitzen Winkeln sich theilen, ziemlich gerade verlaufen, relativ dick und häufig rosenkranzförmig angeschwollen sind. Von Anastomosen ist an diesen Pinseln ebenso wenig zu sehen, wie an den Endbäumchen der Olfactoriusfäserchen, noch weniger von Verbindungen dieser zweierlei verschiedenartigen Enden; dagegen ist die innige Durchflechtung beider Endigungen besonders hervorzuheben.

Die seitlichen Dendriten der Mitralzellen, deren Zahl meist zwei bis drei beträgt, treten in schiefer Richtung von ihren Zellen ab, verlaufen dann

Fig. 756.

aber im Allgemeinen mehr horizontal, parallel der Reihe der Mitralzellen. Dieselben sind stark, verästeln sich einige Male und enden nach meist langem Verlaufe frei (Fig. 759). In ihrer Gesammtheit bilden dieselben eine Art Geflecht (Fig. 756 *D*), das die tiefsten Theile der Molekularlage einnimmt, an dem jedoch auch noch andere später zu erwähnende Fasern Antheil nehmen, von welchem Plexus *v. Gehuchten* auf Tafel III eine gute Abbildung gegeben hat und das auch

Fig. 756. Mitralzellen von einer Maus von 24 Tagen. Gez. b. Syst. V, Oc. III, k. Tub. *Golgi*. *D* Dendriten der Mitralzellen, die eine horizontale Faserschicht bilden; *M* tiefe Mitralzellen; M^2 oberflächliche Mitralzellen; *n Axonen*; *Rp* Riechpinsel der oberflächlichen und tiefen Mitralzellen.

in der Fig. 1 von *S. Ramón* zu erkennen ist. In seltenen Fällen entstehen feine Dendriten auch von dem tiefen Theile der Mitralzellen (*v. Gehuchten*, Fig. 11 und Taf. III).

Der Achsencylinder der Mitralzellen ist stark und absteigend, wie bei der Mehrzahl der Pyramiden der Hirnrinde und durchzieht anfänglich in gerader Richtung die tiefen Theile der Körnerzone. Dann biegt sich derselbe in verschiedenen Höhen in bald grösserer, bald geringerer Entfernung von der Höhle des *Bulbus olfactorius* bogenförmig oft nahe zu unter rechtem Winkel

Fig. 757.

in eine in sagittaler Richtung verlaufende Faser um, welche in den *Tractus olfactorius* übergeht und in gewissen, später zu schildernden Theilen der Riechsphäre endet. Das genauere Verhalten dieser *Neuraxonen* ist folgendes: Meist entspringen dieselben von den tiefsten Theilen der Mitralzellen, d. h. von der Spitze des von denselben dargestellten Dreieckes, selten von den Seiten der Zellkörper oder gar von einem Dendriten (*v. Gehuchten*, Fig. 9 und Taf. III).

Fig. 757. Eine mittlere grosse Mitralzelle mit besonders schönem Riechpinsel von derselben Maus wie Fig. 756, Syst. VII, Oc. I, k. Tub. *Golgi*. Buchstaben wie bei Figur 756.

Das Verhalten der Collateralen dieser Axonen ist noch nicht ganz sichergestellt, doch ist unzweifelhaft, dass solche Nebenäste, welche *Golgi* an seinen wohl nicht ganz vollkommen gefärbten Präparaten vermisste, vorkommen. Doch finde ich mit *P. Ramón*, der diese Collateralen bei den Vögeln entdeckte, und *S. Ramón*, entgegen *v. Gehuchten*, dass dieselben erst da auftreten, wo der Axon in die longitudinale Richtung umbiegt (Fig. 765). Dieselben sind fein und enden aufsteigend in den oberflächlichen und tiefen Lagen der Molekularzone mit freien Aestchen. *v. Gehuchten* beschreibt diese Collateralen, die er aus Versehen „absteigende“ nennt, näher und bildet dieselben von der Katze zuerst genau ab (Fig. 47). Dieser Autor legt auf diese aufsteigenden Collateralen ein grösseres Gewicht, weil er annimmt, dass dieselben *Golgi* und *S. Ramón* zur Aufstellung centripetaler Fasern Veranlassung gegeben haben, von denen *Golgi* annimmt, dass dieselben selbst in die *Glomeruli* eindringen und eine direkte Leitung von den Olfactoriusfäserchen aus vermitteln, wovon unten noch weiter die Rede sein soll.

Ausser den Mitralzellen kommen im *Bulbus olfactorius* noch zweierlei andere von *Golgi* entdeckte Zellenarten vor, die wie diese ebenfalls einen Protoplasmafortsatz oder Riechpinsel an die *Glomeruli* abgeben und mit ihrem *Neuraxon* in die Fasern der weissen Substanz des *Bulbus* übergehen. Die einen dieser Zellen (mittlere Pinselzellen von *S. Ramón*) (Figg. 757, 758 *M*¹) sind gross, häufig spindelförmig von Gestalt und horizontal gestellt, nach aussen von den Mitralzellen gelegen. Im Ganzen ziemlich selten verhalten sich diese Elemente, die man auch oberflächliche grosse Pinselzellen nennen kann, im Allgemeinen wie die eigentlichen Mitralzellen, besitzen Einen in einen *Glomerulus* eintretenden Dendritenast und mehrere horizontale, frei endende solche Aeste, ausserdem einen absteigenden Axon. Abweichend von den Axonen der Mitralzellen, geben dieselben, sobald sie durch die Lage dieser Zellen durchgetreten sind, an Sagittalschnitten nach beiden Seiten Collateralen ab, die mit ähnlichen Collateralen der gleich zu erwähnenden kleinen Pinselzellen eine besondere Lage horizontaler Fäserchen dicht einwärts von den Mitralzellen bilden, die *Ramón* als obere Molekularzone bezeichnet (Fig. 1 *H*, Fig. 4 *D*) und von der er sagt, dass dieselbe nach aussen von der Körnerzone liege, was übrigens, wie er selbst theilweise zugiebt (S. 14), nicht richtig ist, indem wenigstens beim Kaninchen und der Maus viele Körner um die Mitralzellen herumliegen, nach aussen von der oberen Molekularzone. Die betreffenden Collateralen sind fein, verlaufen auf lange Strecken horizontal, zeigen spitzwinklige Theilungen und sollen nach *S. Ramón* (S. 13) mit zarten Anschwellungen enden, wovon ich mich noch nicht überzeugen konnte. Nach Abgabe dieser Collateralen gehen die betreffenden Axonen weiter und schliessen sich den tieferen Nervenfaserbündeln an.

Die zweite Art dieser Pinselzellen, die *S. Ramón* äussere oder peripherische heisst, und die ich kleine Pinselzellen nennen will, stehen ziemlich zahlreich dicht unter den *Glomeruli* und zwischen denselben (siehe bei *Golgi* die Zellen *a*, bei *S. Ramón* Fig. 4 *b* und *c*, *v. Gehuchten* Taf. III *b*, *Koelliker*, Verh. d. Anat. Gesellsch. in Strassburg S. 51 Fig. 4 und hier Fig. 755, in welcher die kleinen, um die *Glomeruli* herum stehenden Zellen die kleinen Pinselzellen darstellen, ferner Figg. 756, 758 *M*²). Diese Elemente sind klein, meist spindelförmig oder dreieckig, häufig senkrecht

gestellt und zu 2—4 um einen *Glomerulus* gelegen, in den sie, wie ich im Gegensatze zu *Golgi's* Abbildung finde, nur Einen Dendriten hineinsenden. Der sehr zarte *Neuraxon* verästelt sich nach *Golgi* schon in der Nähe der *Glomeruli* sehr fein und schickt einen rückläufigen Ast in den *Glomerulus* hinein. Doch sind die Zeichnungen *Golgi's*, die diese auffallende Thatsache belegen sollten, nichts weniger als beweisend, und ist auch das Schicksal des anderen Abschnittes des *Neuraxon* nicht weiter geschildert. *S. Ramón*

Fig. 758.

meldet von einem Eindringen dieser Axonen in die *Glomeruli* nichts und beschreibt ihren Verlauf genau so, wie den der Axonen der oberflächlichen grossen Pinselzellen, welchen Angaben ich nach meinen Erfahrungen mich anschliessen

Fig. 758. Aus dem *Bulbus olfactorius* einer Maus von 24 Tagen. Syst. V, Oc. III, k. Tub. *Golgi*. *C* Collateralen; *Gl Glomeruli*; *M* Mitralzellen; M^1 oberflächliche grosse Pinselzelle (mittlere Pinselzelle *S. Ramón*); M^2 kleine Pinselzellen; *Rp* Riechpinsel; *n Neuraxonen*.

muss (Figg. 758 M^2 *n*, 765 A^1). Einen langen Achsencylinder mit Collateralen zeichnet auch *v. Gehuchten* an einer solchen Zelle (Taf. III b).

Fig. 759.

Von diesen kleinen Pinselzellen ist nun noch zu berichten, dass die *Glomeruli*, in deren Nähe dieselben sich befinden, meist von einem Riechpinsel

Fig. 759. Einige grosse Mitralzellen aus einem Tangentialschnitte des *Bulbus* einer Katze. Gez. bei Syst. III, Oc. III, lg. Tub. und um $^1/_5$ verkleinert.

einer Mitralzelle und dann noch von einem, zweien oder drei Riechpinseln der kleinen Pinselzellen versorgt werden, so dass mithin das Verhältniss, dass beim Hunde in Einen *Glomerulus* Pinseldendriten von fünf und sechs Mitralzellen eingehen (*v. Gehuchten*) nicht so vereinzelt dasteht, wie es auf den ersten Blick scheinen könnte. Wahrscheinlich gehen bei allen Säugern mehrere Riechpinsel grosser und kleiner Pinselzellen in die *Glomeruli* ein.

Von den Mitralzellen erwähne ich nachträglich noch, dass dieselben in Horizontalschnitten, die noch Niemand untersucht zu haben scheint, sternförmig aussehen und mit ihren Dendriten, deren Zahl 4—5 beträgt, in allen Richtungen der Tangentialebenen sich ausbreiten. Diese Dendriten verästeln sich auch häufiger als senkrechte Schnitte glauben machen und bilden die nach verschiedenen Richtungen sich durchkreuzenden Ausläufer derselben auch an solchen Schnitten ein eigenthümliches Gewirre (Fig. 759).

Lage der tiefen Nervenfasern und der Kornzellen. Diese Lage enthält einmal viele Nervenfasern und dann zellige Elemente verschiedener Art. Diese Zellen sind, abgesehen von Gliazellen und langen, bei jungen Geschöpfen vorkommenden Ependymfasern; sogenannte Körnerzellen oder *Granula* und dann *Golgi'*sche Zellen II. Art mit aufsteigenden Axonen, die nun der Reihe nach beschrieben werden sollen.

1. Sogenannte Körnerzellen oder *Granula.* Unter diesem Namen fasst man eigenthümliche kleine Elemente mit langen Ausläufern zusammen, die in der ganzen Körnerlage in grosser Anzahl sich finden. Genauer bezeichnet liegen diese Körnerzellen einmal in allen Lücken zwischen den Nervenfaserbündeln dieser Lage, die sie in dichten Haufen nahezu allein erfüllen. Ausserdem dringen dieselben aber auch zwischen die Mitralzellen hinein und über dieselben hinaus in die Molekularlage. In dieser bilden sie einmal eine tiefe Schicht, dicht über den Mitralzellen (Fig. 760 bei Kz^1) und zweitens, wie ich vor kurzem bei der Katze und dem Kaninchen fand, eine ganz oberflächliche Schicht dicht um die *Glomeruli* herum, die ich die oberflächlichen Körnerzellen nennen will (Fig. 760 Kz^2). Keiner der bisherigen Autoren erwähnt diese Zellen, doch stellt *S. Ramón* unzweifelhaft dieselben in seiner Fig. 6 aus dem *Bulbus* einer Maus von einem Monate dar in Form von zahlreichen runden kernartigen, rings um die *Glomeruli* herumgelegenen Körperchen, welche viel zu zahlreich sind, um alle auf die kleinen oberflächlichen Pinselzellen bezogen werden zu können. Ferner halte ich auch dafür, dass die von *Golgi* auf seiner Tafel in roth dargestellten Gliazellen, die um die *Glomeruli* herumliegen, wenigstens theilweise in die Kategorie der oberflächlichen Körnerzellen gehören, die, wie wir unten sehen werden, wie die Körnerzellen überhaupt, zu den Gliazellen gehören.

Die genaueren Verhältnisse der typischen *Granula* sind folgende: Dieselben sind häufig dreieckig, pyramidenzellenähnlich, auch wohl spindelförmig oder birnförmig und alle senkrecht gestellt. Der äussere Ausläufer ist ein einfacher, sehr selten (Fig. 762) gabelig getheilter oder doppelter Stamm, der nach einem längeren oder kürzeren Verlaufe häufig dicht unter den Mitralzellen, wiederholt unter spitzen Winkeln sich theilt und ein pinselförmiges Endbüschel

bildet, das fast ohne Ausnahme in der äussersten Gegend der Molekulärlage an den *Glomeruli*, näher oder ferner von denselben, mit feinen Enden aufhört,

Fig. 760.

Fig. 760. Ein Theil eines Sagittalschnittes des *Bulbus olfactorius* eines Kaninchens. Gez. bei Syst. V, Oc. I, lg. Tub., um 1/3 verkleinert. *Weigert. Gl Glomeruli*; *Kz* Körnerzellen zwischen den Nervenfaserbündeln; Kz^1 Körnerzellen dicht über den Mitralzellen; Kz^2 oberflächliche Körnerzellen; *KlPz* kleine Pinselzellen; *M* Molekulärlage; *MZ* Mitralzellen; *Nf* Nervenfaserbündel; Nf^1 Nervenfasern in der tiefen Molekularzone.

die bei vielen Büscheln zusammen, höher oder tiefer, wie eine Art dichterer Grenzzone bilden (s. *S. Ramón*, Fig. 4, meine Fig. 761). Was die äusseren

Fig. 761.

Fig. 761. Ein Theil eines Frontalschnittes des *Bulbus olfactorius* einer 6 Wochen alten Katze. Syst. III, Oc. III, halbausgez. Tub. *Golgi*. *Ep* *Ependym*; *Gl* *Glomeruli*; *Kz* Körnerzellen; *M* Molekularlage; *MF* markhaltige Fasern; *MZ* Mitralzellen; *Strgr* *Stratum granulosum*.

Endbüschel dieser Kornzellen noch auffallender erscheinen lässt, ist, dass dieselben in der Regel in allen ihren Theilen, Stamm und Aesten, mit kurzen seitlichen Ausläufern wie mit Dornen dicht besetzt sind (Fig. 762), ein Verhältniss, das bei jungen und alten Thieren in ganz derselben Weise sich findet und daher nicht wohl als ein Entwicklungszustand angesehen werden kann. Das centrale Ende dieser Kornzellen zeigt eine verschiedene Zahl (1—4) Ausläufer, die meist glatt und wenig ästig sind, manchmal aber auch einen Dornenbesatz tragen (*v. Gehuchten*, Fig. 33, 35, meine Fig. 762) und nach kürzerem geschlängeltem Verlaufe frei enden. Die tiefsten dieser Zellen gelangen mit ihren centralen Ausläufern bis nahe an das *Ependym* der Höhle des *Bulbus* (Fig. 761). Die dornigen oberflächlichen Ausläufer enden nach *v. Gehuchten*, wie ich ebenfalls finde, nicht immer in der Molekularzone, sondern auch wohl zwischen den Mitralzellen oder selbst einwärts von denselben.

Ein nervöser Fortsatz ist weder von *Golgi*, noch von *Ramón* und *v. Gehuchten* und *Martin*, noch auch von *mir* an diesen Kornzellen wahrgenommen worden und ist daher ihre Bedeutung noch sehr in Frage. Von allen Beobachtern hat bis jetzt einzig und allein *S. Ramón* mit Bestimmtheit für die nervöse Natur der Körner sich ausgesprochen, während *Golgi* und auch *v. Gehuchten* und *Martin* sich eines Urtheils enthalten. Bevor ich meine eigene Ansicht über die Bedeutung der Körner äussere, will ich die Gründe vorlegen, die *S. Ramón* zu seiner Aufstellung veranlassten. *Ramón* geht davon aus, dass man bei den Körnerzellen, wie bei anderen analogen Elementen, bei Bestimmung ihrer Natur nicht den rein morphologischen Standpunkt einnehmen könne, sondern vor allem auf die Verbindungen mit und die Beziehungen zu anderen Elementen Rücksicht zu nehmen habe. Was sei bei jedem Achsencylinder, abgesehen von seiner Zartheit, besonders zu beachten? Seine Länge und seine typische gesetzmässige Endigung an oder um bestimmte andere nervöse Elemente. Würdige man nun von diesem Gesichtspunkte aus die Ausläufer der Körnerzellen, so ergebe sich, dass der peripherische Fortsatz derselben als funktioneller erscheine, indem derselbe ganz ohne Ausnahme, möge die Lage der Körner sein, welche sie wolle, zwischen den Dendriten der Mitralzellen, d. h. in der Molekularzone ende. *Ramón* fügt noch bei, dass es in gewissen Präparaten nicht schwer sei, wahrzunehmen, dass die betreffenden Dendriten zwischen die dornigen Ausläufer der Enden der Körnerzellen sich hineinlagern, so dass in der nämlichen Weise, wie im grossen Gehirne, wo die Fasern des *Stratum zonale* mit den Zähnelungen der Pyramidendendriten in Berührung kommen, eine Verbindung der beiderlei Elemente durch Kontakt erzielt werde.

Soweit *S. Ramón*. Ich bekenne offen, dass mir die Beweisführung des so verdienten spanischen Forschers sehr wenig zusagt, und dass meiner Ansicht zufolge doch ganz andere Thatsachen nöthig wären, als die vorgebrachten, bevor ich mich entschliessen könnte, die Körnerzellen als nervöse Elemente anzusehen. Abgesehen davon, dass, wie *v. Gehuchten* betont, nicht alle Körnerzellen in der Molekularlage des *Bulbus*, sondern manche in der Körnerzone selbst enden, möchte ich fragen, was für eine Funktion *S. Ramón* den Dendriten der Mitralzellen, die nicht zu den *Glomeruli* gehen, zuweisen zu können glaubt, und auf welchem Wege und durch welche Elemente die Körnerzellen selbst erregt werden sollen, bevor sie auf die fraglichen Dendriten einwirken. Und welche

Art der Nerventhätigkeit soll auf diesem Wege in den Mitralzellen geweckt werden, die ja schon mit der Leitung der Geruchsempfindung betraut sind?

Aehnliche Schwierigkeiten erheben sich, man mag die Frage nach einer etwaigen nervösen Funktion der Körnerzellen beleuchten von welcher Seite man will und so kam ich schliesslich nach reiflicher Ueberlegung der ganzen Frage zu der Annahme, dass die Körnerzellen gar keine Nervenzellen, sondern Elemente der *Neuroglia* sind! So auffallend nun auch auf den ersten Blick die Annahme zu sein scheint, dass in solcher Anzahl in Haufen beisammenliegende Elemente einfach der untergeordneten *Glia* angehören sollen, so wurde ich doch, je länger ich die Sache erwog, in meiner Vermuthung um so mehr bestärkt; und bei einer oft wiederholten sorgfältigen Untersuchung meiner *Golgi*'schen Präparate ergab sich dann auch der vollgültige thatsächliche Beweis für die Richtigkeit derselben.

Die schlagenden Thatsachen sind kurz gesagt folgende: Die von *v. Gehuchten* als *Cellules épendymaires déplacées* bezeichneten (S. 19) und in der Fig. 49 und auf Taf. IIIc dargestellten Elemente gehören

Fig. 762.

Fig. 762. Drei Körnerzellen von derselben Katze wie Fig. 759. Gez. b. Syst. V, Oc. III, k. Tub. Die eine am Zellenkörper und den tiefen Aesten mehr glatt, die anderen mehr dornig. Unten die Kontouren von zwei *Glomeruli* und in der Mitte die grossen Mitralzellen angedeutet.

mit den Körnerzellen in Eine und dieselbe Kategorie und zeigen sich zwischen den Körnerzellen und den fraglichen ausser Reihe und Glied stehenden sogenannten Ependymzellen alle möglichen Zwischenformen, wie die Fig. 763 dies belegt. Die einem Morgensterne ähnlichen Zellenkörper der *Cellules épendymaires déplacées* sind nicht immer am tiefen Ende einfach abgerundet, sondern besitzen häufig einen inneren, oft ästigen Ausläufer und die Körnerzellen besetzen sich in vielen Fällen in ihrem Körper und ihren centralen Ausläufern, welches letztere Verhalten übrigens auch v. Gehuchten erwähnt, in der Art mit Dornen, dass sie ebenfalls morgensternartig aussehen. Dazu kommt, dass nicht selten die sogenannten ausser der Reihe stehenden Ependymzellen in den tieferen Theilen der Körnerlage haufenweise beisammenstehen, wie typische Körner. Ferner sind an beiden diesen Gebilden die dornartigen Anhänge an den Verästelungen äusserst veränderlich, bald sehr stark, bald schwach, ja selbst gar nicht vorhanden.

Allem dem Gesagten Rechnung tragend stelle ich den Satz auf, dass die Körnerzellen alle ohne Ausnahme Gliazellen sind, und möchte nun nur noch die Frage berühren, ob dieselben von Ependymzellen abstammen oder echte in loco gebildete Gliazellen sind. Wenn man weiss, wie im Laufe der Entwicklung Ependymzellen ihren ursprünglichen Sitz verlassen und mehr weniger weit von demselben entfernt sich längere oder kürzere Zeit erhalten können,

Fig. 763.

Fig. 763. Körnerzellen eines Kaninchens von vier Tagen, die Ependymzellen mehr weniger ähnlich sehen. Gez. b. Syst. III, Oc. III, lg. Tub. *MZ* Mitralzellen.

worüber das auf S. 136—142 Bemerkte nachzusehen ist, so wird man nicht abgeneigt sein, die morgensternartigen, von *v. Gehuchten* zuerst abgebildeten Zellen meiner Fig. 763 als solche *Cellules épendymaires déplacées* anzusehen. Nichtsdestoweniger halte ich es nicht für unmöglich, dass dieselben alle oder wenigstens die in den inneren Schichten der Körnerlage vorkommenden, echte Gliazellen sind. Und was die typischen Körner betrifft, so ist für mich nicht zweifelhaft, dass dieselben nicht aus dem *Ependym* hervorgegangene, sondern in loco aus inneren Elementen der ektodermalen Anlage des *Bulbus olfactorius* sich entwickelt haben in derselben Weise, wie ich dies auf S. 141 und 142 von den echten Gliazellen des Markes auseinandergesetzt habe.

Somit wäre wohl die Streitfrage nach der Bedeutung der Körner als erledigt anzusehen und damit ein Punkt beseitigt, der bei den physiologischen Erwägungen über die Bedeutung der Bulbuselemente recht unliebsam sich geltend machte. Verglichen damit fällt die Schwierigkeit der Beantwortung der Frage nach der Bedeutung der grossen Zahl der Gliaelemente wenig ins Gewicht, um so weniger als auch an manchen andern Orten die Menge der Gliazellen und Ependymelemente nicht minder gross ist.

Ich berühre hier nur noch die Frage nach der Beschaffenheit der oben erwähnten oberflächlichen Körnerzellen (Fig. 760 *Kz*[2]). Da diese Elemente nur äusserst schwer bei der *Golgi*'schen Methode allein sich färben, so bin ich über ihre wahre Gestalt nicht vollkommen ins Reine gekommen, umsomehr als ihre Unterscheidung von den kleinen oberflächlichen Pinselzellen (Fig. 758 *M*[2]), die mit ihnen dieselbe Lage theilen, oft sehr schwer ist. Was die Fig. 764 zeigt, ist das, was ich in dieser Beziehung gefunden zu haben glaube und würden dem zufolge diese oberflächlichen Körnerzellen ganz wie typische Gliazellen eine sternförmige Gestalt besitzen und nur durch die Dornen an ihren Ausläufern an die langen Körnerzellen erinnern.

Fig. 764.

2. Zellen des *Golgi*'schen II. Typus. Solche Elemente wurden von *Golgi* beim Hunde entdeckt (S. 15 und zwei Zellen mit blauen Axonen auf Taf. VII) und schildert er diese als selten. Diese Zellen finden sich in der Körnerzone, sind multipolar, mit spindelförmigem oder polygonalem Zellenkörper. Der Axon verästelt sich mit auf- und absteigenden und mit seitlichen Aesten und steht mit keinen anderen Elementen in Verbindung. Aehnliche Zellen fand später *S. Ramón* (Fig. 5) ebenfalls selten bei neugeborenen Hunden, spindelförmig von Gestalt, in der Körnerschicht gelegen, die einen aufsteigenden Axon in die Molekularzone sandten, wo derselbe mit sparrigen Aesten sehr reich sich verzweigte.

Fig. 764. Einige oberflächliche, im Umkreise zweier *Glomeruli* gelegene Körnerzellen von einer Katze. Gez. b. Syst. V, Oc. III, k. Tub.

Im Gegensatze zu *Golgi* und *Ramón* findet *v. Gehuchten* ähnliche Elemente beim Hunde und der Katze häufig (S. 26 Fig. 36—41). Ausserdem sah dieser Autor auch Zellen mit absteigendem Axon in der Körnerzone, und wie ich nachträglich bemerke beim Hunde auch in der Molekulärlage (Figg. 30 und 31).

Ich habe bis jetzt solche Zellen nur bei der Katze gesehen und zwar sehr selten. Den Hund kenne ich nicht und beim Kaninchen, der Maus, dem Schafe und Kalbe vermisste ich dieselben.

Ausser den genannten zelligen Elementen enthält die Schicht der Körnerzellen auch eine grosse Zahl von Nervenfasern, die im Allgemeinen in centrifugale und in centripetale zerfallen. Die allgemeine Anordnung dieser Fasern ist so, wie *Golgi* auf seiner Tafel und *S. Ramón* in seinen Figg. 4 und 6 es darstellen, dass dicht unter den Mitralzellen eine von Körnern freie Lage von wesentlich horizontal verlaufenden, feinen und feinsten Fäserchen folgt, welche *S. Ramón* als obere Molekularzone der eigentlichen unteren Molekularzone entgegenstellt. Diese Zone enthält erstens eine Menge radiärer Fasern (Fig. 765), die von den Axonen aller Pinselzellen herrühren, ferner Collateralen der Axonen der mittleren und kleinsten Pinselzellen, die vorwiegend in horizontalem Verlaufe die Mehrzahl der Fasern dieser Lage bilden, drittens aufsteigende Collateralen der Axonen der grössten Pinselzellen oder der Mitralzellen, deren Verlauf radiär ist, endlich zahlreiche Verästelungen der centripetalen Fasern von mehr schiefer Richtung.

Weiter nach innen in der eigentlichen Körnerschicht sind gröbere und feinere Nervenfaserbündel in grosser Menge vorhanden, die an frontalen und sagittalen Schnitten mit geradem oder geschlängeltem Verlaufe ein gröberes Netzwerk bilden, dessen Maschen von den Körnern erfüllt sind. Bis zu einer gewissen Tiefe werden diese Bündel noch von den radiär und schief verlaufenden Fasern der inneren Schichten gekreuzt. Nach und nach aber treten diese Fasern in die Bündel ein und diese sammeln sich zuletzt zu den zwei Hauptfasermassen des *Bulbus*, dem Kommissurenbündel und den *Tractus olfactorius*-Bündeln, von deren Lage schon in einem früheren § die Rede war.

Was die centripetalen Fasern der Körnerschicht anlangt, so ist *Golgi* der erste, der solche beschreibt und zeichnete. Er lässt dieselben von den gröberen Nervenfaserbündeln dieser Lage ausgehen, und mit reichen Verzweigungen sowohl in dieser Schicht, als zwischen den Mitralzellen und in der molekulären Lage bis zu den *Glomeruli* sich ausbreiten; ausserdem will er gefunden haben, dass diese Fasern auch in die *Glomeruli* hineingehen Wir haben schon oben angeführt, dass *v. Gehuchten* die Existenz solcher centripetalen Fasern überhaupt leugnet und glaubt, es habe *Golgi* die aufsteigenden Collateralen der *Neuraxonen* der Mitralzellen (*v. Gehuchten*, Fig. 47) für selbständige Fasern genommen. Da jedoch auch *S. Ramón* centripetale Fasern ungefähr in derselben Weise beschreibt, wie *Golgi* und ausserdem auch aufsteigende Collateralen kennt und abbildet (s. Nouvelles idées Fig. 25 *j* und *i* und 26 *h* und *j*), so ist an dem Vorkommen solcher Elemente nicht zu zweifeln, für welche auch ich einstehen kann. *S. Ramón* beschreibt übrigens zweierlei solche centripetale Elemente, einmal stärkere, tiefere,

Fig. 765. Axonen von Mitralzellen und kleineren Pinselzellen der Katze. Gez. b. Syst. VI, Oc. I, k. Tub. und um $^1/_5$ verkleinert. *A* Axonen der Mitralzellen; A^1 Axonen der kleinen oberflächlichen Pinselzellen; CA^1 Collateralen derselben, vorwiegend horizontal verlaufend mit einzelnen schiefen und aufsteigenden Aestchen; *CM* Collateralen der Mitralzellen z. Th. aufsteigend; *M* Molekularzone; *MZ* Mitralzellen.

die sagittal verlaufend in verschiedenen Höhen des *Bulbus*, vorzugsweise jedoch in den vorderen Theilen desselben mit reichen und ausgedehnten Verzweigungen enden, z. Th. auch in die oberflächliche Molekularzone eingehen und zweitens feinere, die an denselben Orten wie die anderen sich ausbreiten, jedoch nicht in allen Einzelheiten zu verfolgen waren.

Ich selbst habe solche centripetale Faserverästelungen beim Kaninchen mit Sicherheit in der Ausstrahlung der Faserbündel der *Commissura anterior* gesehen, welche an Frontalschnitten die innerste Gegend des *Bulbus* an der ventralen lateralen Seite des Bulbusventrikels einnimmt. Meinen Beobachtungen zufolge dringen diese verästelten Fasern durch die Zone der Mitralzellen hindurch und enden in der Molekularschicht, wo sie bis in die Gegend der *Glomeruli* sich erstrecken (Fig. 766). Auch bei der Katze und beim Schafe ist es nicht schwer solche Verästelungen nachzuweisen und habe ich bei diesen Geschöpfen sowohl senkrechte als und vor allem Flächenschnitte des *Bulbus* beweisend gefunden. Wenn es gelingt einen solchen Schnitt zu erlangen, der die unmittelbar einwärts von den Mitralzellen gelegene Horizontalebene trifft, so ist es ein Leichtes eine ungemeine Menge feinerer und gröberer verästelter Fasern zu treffen, welche, wie senkrechte Schnitte lehren, oft weit horizontal in der unteren Molekularlage von *S. Ramón* verlaufen, bevor sie durch die Mitralzellen durch in die eigentliche Molekularlage eintreten. Eine Beziehung dieser centripetalen Fasern, die unzweifelhaft der vorderen Kommissur entstammen, zu den *Glomeruli*, wie *Golgi* sie beschreibt, aber wenig bestimmt abbildet, habe ich nicht finden können, doch handelt es sich in diesem Falle um schwer zu verfolgende Verhältnisse und bin ich weit entfernt, meine negativen Befunde allzusehr zu betonen.

Bisher war nur von dem *Bulbus* der Säugethiere die Rede, nun haben wir aber auch über den feineren Bau des menschlichen Riechkolbens einige Kenntnisse. Vor Kurzem hat *v. Gehuchten* mitgetheilt (Bibliothéque anatom. T. III No. 4 1895 p. 172—175), dass es ihm bei einem neugeborenen Kinde gelungen sei, mit der *Golgi*'schen Methode Mitralzellen mit ihren Endpinseln ziemlich gut gefärbt zu erhalten und ebenso auch Olfactoriusenden in den *Glomeruli*, Körnerzellen und Gliazellen. Die einzigen Punkte, die er hervorzuheben hat, sind: 1. dass die Mitralzellen nicht einfach eine Reihe bilden, sondern auch z. Th. etwas tiefer und oberflächlicher stehen; 2. dass einige Pinseldendriten von Mitralzellen in Folge einer Theilung zwei *Glomeruli* versorgen und 3. dass, obschon die grosse Mehrzahl der *Glomeruli* nur von Einer Mitralzelle versorgt wird, doch in einigen Fällen zwei, drei und vier verschiedene Endpinsel zu denselben gehen. Diese Mittheilungen sind von vier Figuren begleitet, in denen die Mitralzellen gut, die *Fila olfactoria* dagegen und ihr Verhalten in den *Glomeruli* nur kümmerlich dargestellt sind und zwar so, als ob nur Ein Olfactoriusfäserchen einen *Glomerulus* versorgte. Es wird daher von einigem Interesse sein zu erfahren, dass ich bei einem Kinde gerade die *Fila olfactoria* der *Glomeruli* gut gefärbt erhielt und mich zu überzeugen im Stande war, dass beim Menschen mehrere *Fila olfactoria* in Einen *Glomerulus* eindringen. Was die Mitralzellen anlangt, so ist auch an *Weigert*'schen Präparaten zu sehen, dass dieselben eine weniger regelmässige Stellung darbieten, als bei Thieren (s. Fig. 751). Die Körnerzellen habe auch ich beim Menschen in derselben Weise gebildet gefunden wie bei Thieren.

Am 28. Januar, eben als diese Blätter zum Drucke gehen sollten, erhielt ich von Dr. *A. Monti* seine Notiz, Sulla fina Anatomia del Bulbo olfattorio, Fatti vecchi e nuovi, che contradicono alla teoria dei Neuroni, Pavia 1895, 20 S. 1 Fig., zugesandt, welche kurz zu besprechen ich nicht unterlassen kann. *Monti's* Hauptbestreben ist zu zeigen, dass die von *S. Ramón* zuerst aufgestellte und allgemein angenommene Theorie, dass die Geruchsleitung so sich mache, dass die Erregung der *Fila olfactoria* durch Kontakt

Fig. 766.

auf die Dendritenpinsel der Mitralzellen und von diesen auf ihre Zellen übertragen werde, nicht stichhaltig sei. *Monti* glaubt wie *Golgi* gefunden zu haben, dass ausser den genannten Dendriten noch andere Elemente in die *Glomeruli* eindringen und zwar

Fig. 766. Verästelte Enden der Fasern der *Commissura anterior* eines Kaninchens von vier Tagen, stärkere Vergr. *Golgi.* Die Reihe der Mitralzellen durch zwei punktirte Linien angegeben.

1. die Enden der centripetalen Fasern und 2. rückläufige Aeste der Axonen der kleinen Pinselzellen (s. dessen Schema). Ferner sollen nach ihm, was selbst *Golgi* zu sehen nicht gelungen war, diese zwei Faserkategorien mit den Enden der *Fila olfactoria* ein wirkliches Netz im Innern des *Glomerulus* bilden. Dieses Netz nun vermittle die Geruchsleitung glaubt *Monti*, vergisst aber mitzutheilen, in welcher Weise und auf welcher Bahn die Leitung stattfinde. Jedenfalls aber müssten bei dieser Auffassung die grossen Mitralzellen ganz ins Trockene kommen und jeder Bedeutung verlustig gehen. Ich bin wahrhaftig von Anfang an kein grosser Freund der Annahme einer cellulipetalen Leitung von Dendriten gewesen, aber beim *Bulbus olfactorius* liegen meiner Ueberzeugung nach die Verhältnisse so, dass eine andere Annahme unmöglich ist. Wenn *Monti* im Stande sein wird, nachzuweisen, dass die Mitralzellen, deren Axonen unzweifelhaft in die *Tractus olfactorius*-Fasern übergehen, ihre Erregung durch die *Fila olfactoria* auf einem andern Wege erhalten, als durch die betreffenden Dendriten, dann erst wird er das Recht erhalten, über die Kontakthypothese den Stab zu brechen, sonst aber nicht.

In einem andern Punkte freue ich mich, *Monti* auf demselben Wege zu finden, auf dem ich gehe, in Betreff der Körnerzellen. Derselbe glaubt nämlich sich überzeugt zu haben (S. 18), dass die Körnerzellen eine grosse Analogie mit den Ependymzellen des *Ventriculus Bulbi olfactorii* zeigen und spricht die Vermuthung aus, dass diese Elemente von ihrem Boden abgelöste und zwischen die Nervenfasern gelangte Ependymzellen seien, eine Aufstellung, die mit der von mir oben vertheidigten wenigstens in sofern übereinstimmt, als auch sie die nervöse Natur der betreffenden Zellen leugnet.

Die vergleichend-anatomischen Untersuchungen über den feinsten Bau des *Bulbus olfactorius* haben folgendes Gesammtresultat ergeben:

1. Bei den Säugern besitzt jede Mitralzelle nur Einen Pinseldendriten.

2. Bei den Vögeln hat nach den Beobachtungen von *P. Ramón* jede Mitralzelle 18—20 Endpinsel, die zu ebensovielen *Glomeruli* sich begeben. Auch ist es nicht selten, dass der Stamm eines Riechpinsels durch Theilungen zwei oder drei *Glomeruli* versorgt. Die *Glomeruli* des Sperlings messen 10 bis 30 μ und bilden 3, 4 und mehr Lagen.

3. Bei den Reptilien und Batrachiern giebt jede Mitralzelle nach *P. Ramón* 2—5 Pinseldendriten zu ebensovielen *Glomeruli* ab. Aehnliches beschreibt *Calleja* für ein Amphibium, den *Pleurodeles Waltlii*, bei dem Eine Mitralzelle 4, 5 und mehr *Glomeruli* versorge und, was sonst Niemand erwähnt, keine freie Dendriten besitze.

4. Bei allen niederen Wirbelthieren und unter den Säugern bei der Katze, dem Kaninchen, der Ratte und Maus bekommt jeder *Glomerulus* nur Einen Pinseldendriten einer einzigen Mitralzelle, beim Hunde dagegen gehen in Einen *Glomerulus* Pinseldendriten von 5 und 6 Mitralzellen ein.

5. Bei vielen Säugern bekommen die *Glomeruli*, wie *Golgi* zuerst beobachtete, ausser dem oder den von den Mitralzellen kommenden Dendritenpinseln, auch mehrere solche, 2, 3 und mehr, von den kleinen oberflächlichen Pinselzellen.

6. In die *Glomeruli* dringen in der Regel eine grössere Zahl von Olfactoriusfibrillen. Bei den Vögeln dagegen erhalten die *Glomeruli* nicht mehr als zwei oder drei und häufig selbst nur Eine einzige Fibrille.

7. Beim Frosche sind nach *Löwenthal*'s Untersuchungen, die ich voll bestätigen kann, die *Bulbi olfactorii* vereint und stellen die *Glomeruli* einen dicken an der Ventralseite derselben befindlichen Haufen dar (l. s. c. Fig. 1).

§ 188.

Der *Tractus olfactorius* und *Lobus olfactorius.*

Durch die Untersuchungen von *Golgi* ist zum ersten Male über den Verlauf des *Tractus olfactorius* und den Bau des *Lobus olfactorius* Licht verbreitet worden (Organi centrali p. 120—129), welche Beobachtungen auf denen von *Ganser* fussten (Maulwurf, S. 642—649), die lehrten, dass auch mit den älteren Hülfsmitteln ungemein Werthvolles zu erreichen war. In neuester Zeit kamen dann noch ausführliche schöne Untersuchungen von *C. Calleja* dazu (La Region olfatoria del cerebro, Madrid 1893) und eine kleine vorläufige Mittheilung von mir (Ueber den *Fornix longus* von *Forel* und die Riechstrahlungen im Gehirne des Kaninchens, Verh. d. Anat. Ges. in Strassburg S. 45 bis 52, 4 Fig.) und soll nun das, was aus allen diesen Beobachtungen sich ergeben hat, ausführlicher geschildert werden.

Die Nervenfasern des *Bulbus olfactorius* sammeln sich gegen das hintere Ende desselben bei vielen Säugern in eine die Höhlung des *Bulbus* umgebende zusammenhängende hautartige Lage, welche dann im weiteren Verlaufe in zwei verschiedene Systeme, die Kommissurenfasern und die Tractusfasern sich sondert, von denen die ersteren die dorsalen Theile einnehmen und nach und nach zu einem Bündel mit rundlichem Querschnitte zusammentreten, während die anderen mehr an die ventrale Seite zu liegen kommen und in eine laterale und mediale Wurzel sich scheiden, von denen jede ein besonderes Verhalten zeigt und für sich beschrieben werden muss.

A. Aeussere Wurzel des *Tractus.*

Diese Wurzel (Fig. 767) läuft in der ganzen Länge des *Lobus pyriformis,* d. h. zuerst an der lateralen Seite des *Lobus olfactorius* oder der Rinde am Streifenhügelkopfe von *Ganser* und dann der ganzen Oberfläche des *Lobus hippocampi* entlang, in welcher Gegend dieser *Tractus olfactorius lateralis* schon in der Fig. 746 und in vielen früher gegebenen frontalen Schnitten dargestellt ist (Fig. 669 *Troll* und in den Figg. 666—668 ohne spezielle Bezeichnung, ferner in den Figg. 717—719). Die Fasern dieses *Tractus* bilden beim Kaninchen und bei der Katze eine vorn dicke Zone von sagittal verlaufenden Fasern, welche nach hinten zu immer dünner wird, aber zugleich in der Querrichtung sich mehr ausbreitet, welche Zone genau die Stelle des *Stratum zonale* anderer Hirngegenden einnimmt, in welcher Beziehung jedoch zu bemerken ist, dass zu beiden Seiten des *Tractus lateralis,* wie *Weigert*'sche Präparate lehren, das *Stratum zonale* ganz unentwickelt ist. Einwärts von den Tractusfasern folgt bei der Katze und dem Kaninchen eine schöne Lage von Doppelpyramiden (Fig. 768), welche in mehrfachen Höhen angeordnet in der auffallendsten Weise den Doppelpyramiden des Ammonshornes gleichen. Diese Zellen erstrecken sich mit ihren oberflächlichen Dendritenbüscheln durch die Fasern des *Tractus olfactorius* hindurch bis zur Oberfläche der grauen Substanz des *Lobus pyriformis.* Immerhin kann, da die Entfernungen der Zellenkörper von der Oberfläche 0,3—0,4 mm betragen und die Dicke des *Tractus* nicht mehr als 0,2 bis 0,3 mm misst, zwischen beiden Theilen eine kleine Zwischenzone angenommen

werden, der *Calleja* den Namen Molekularzone giebt (l. c. Fig. 12 *B*). Weiterhin folgt dann eine Lage von grösseren und kleineren polymorphen Zellen, an welche dann weisse Marksubstanz sich anschliesst.

Der feinere Bau aller dieser Theile ist folgender:

Die Fasern des *Tractus olfactorius* besitzen in ihrem Verlaufe zahlreiche Collateralen und enden mit diesen und durch direkte Umbiegungen in der einwärts von ihnen gelegenen Zone der Doppelpyramiden mit zahlreichen feinen Verästelungen. Wenn *Calleja*, gestützt, wie es scheint, auf Untersuchungen an der Maus, annimmt, dass diese Enden des *Tractus* nicht mit den Zellkörpern der Pyramidenzellen, sondern nur mit den oberen äusseren Dendritenbüscheln derselben in Berührung kommen und hieraus den wichtigen Schluss ableitet, dass

Fig. 767.

die Tractusfasern nicht auf die Zellkörper der Pyramidenzellen, sondern nur auf ihre oberflächlichen Dendriten einwirken, so kann ich nicht beistimmen, indem bei der Katze und dem Kaninchen die genannte Endverästelung der Tractusfasern viel ausgebreiteter ist.

Fig. 767. Ventraler Theil eines Frontalschnittes des Gehirns eines Kaninchens. 8 : 1. Nr. 125 b. *Bg* Basalganglion; *Ca Commissura anterior*, blasser Abschnitt; *Ca*[1] *Commissura anterior*, dunkler Theil; *Ce Capsula externa* mit der *Commissura anterior* zusammenhängend; *Cf Columnae fornicis*; *Ci Capsula interna*; *Nc Nucleus caudatus*; *Nl Nucleus lenticularis*; *Ps Psalterium; Sp* aus dem *Septum pellucidum* stammende Bogenfasern; *Strt* Gesammtbündel der *Stria terminalis* an der medialen Seite der *Capsula interna Ci* ventralwärts ziehend; *Strt*[1] Abschnitt der *Stria*, der zur Hirnbasis zum Basalganglion *Bg* herabzieht; *Strt*[2] Abschnitt derselben, der in die vordere Kommissur übergeht; *Trol Tractus olfactorius lateralis*; *Vl Ventriculus lateralis*.

Die Tractusfasern sind bei erwachsenen Geschöpfen fein und messen nicht mehr als 2,0—3,8 μ. Ich betrachte dieselben alle, ebenso wie *Golgi*, *Ramon*, *v. Gehuchten* und *Calleja* als Ausläufer der Pinselzellen des *Bulbus*, ohne jedoch, ebensowenig wie die anderen genannten Beobachter, behaupten zu können, ob alle diese Zellen, auch die kleinen, in dieser Weise sich verhalten und nicht etwa vielleicht Kommissurenfasern liefern.

Die in den Figg. 768 und 769 dargestellten Doppelpyramiden kenne ich bis jetzt nur bei der Katze und dem Kaninchen, vermisse sie dagegen bei der Maus und Ratte, wo sie von kleineren mehr unregelmässigen Elementen vertreten werden. Bei den genannten Geschöpfen beträgt ihre Gesammtlänge 0,6—0,8—1,0 mm und sind die äusseren und inneren Dendritenbüschel nahezu von derselben Entwicklung, jedoch meist mit einem kleinen Ueberwiegen der äusseren Büschel. Die Zellenkörper, von 20—30—40 μ Länge, sind spindelförmig oder dreieckig und der *Neuraxon* ist ausnahmslos absteigend, auf weite Strecken verfolgbar und mit zahlreichen langen Collateralen versehen, die sich ziemlich reichlich verästeln (Fig. 769). Die Stellung dieser Zellen ist, wie schon aus den Figuren hervorgeht, keine ganz regelmässige und an Karmin- und *Weigert*'schen Präparaten erkennt man oft deutlich, dass dieselben in mehreren Reihen stehen, und dass das so entstehende Zellenband in Frontalschnitten wellenförmig verläuft und abwechselnd konvexe und konkave Stellen darbietet. Aehnliche Biegungen hat *Calleja* auch an Längsschnitten des Kaninchens wahrgenommen (Fig. 9) und ergiebt sich somit, dass die betreffende Zellenplatte in toto wellenförmig verläuft.

Fig. 768.

Ausser diesen Elementen enthält der *Lobus pyriformis* des Kaninchens und der Katze mehr in der Tiefe noch zahlreiche polymorphe grössere und kleinere Zellen, deren Axonen z. Th. absteigend, z. Th. aufsteigend sind und ausserdem wie ich fand, noch aufsteigende, centripetale, stark verästelte Achsencylinderfortsätze, die aus der Gegend der *Capsula externa* stammen und viel-

Fig. 768. Eine Reihe von Doppelpyramiden aus dem *Lobus pyriformis* einer halberwachsenen Katze. Gez. b. Syst. III, Oc. III, k. Tub., Präp. Nr. 13.

leicht der *Commissura anterior* angehören. Aehnliche centripetale Fasern sah auch *Calleja* (Fig. 10 *a*), ohne über deren Bedeutung sich zu äussern.

Für weitere Einzelheiten, namentlich mit Bezug auf abweichende Zellenformen, verweise ich auf *Calleja* und seine Fig. 10, 11 und 12.

Fig. 769.

B. Mediale Wurzel des *Tractus* und *Lobus* s. *Tuberculum olfactorium*.

Die erste gute Beschreibung dieser Gegend rührt von *Ganser* her (Maulwurf S. 645—647), welche dann durch *Calleja* an *Golgi*-Präparaten meisterhaft vervollständigt wurde. Das *Tuberculum olfactorium* zeigt

Fig. 769. Doppelpyramiden aus dem *Lobus pyriformis* der Katze in der Gegend der Ausbreitung des *Tractus olfactorius lateralis*. Gez. b. Syst. III, Oc. III, lg. Tub. Präp. Nr. 11. Axonen roth.

wohl im Allgemeinen den Bau der Hirnrinde, doch ergiebt eine genauere Untersuchung wesentliche Modifikationen.

Von aussen nach innen zeigt sich erstens ein *Stratum zonale* (Molekularzone *Calleja*) aus den Endpinseln von Pyramidenzellen und einer ausserordentlichen Zahl von verästelten Nervenfäserchen gebildet, welche letzteren z. Th. von Elementen abstammen, die den *Cajal*'schen Zellen der gewöhnlichen Hirnrinde entsprechen. Eine zweite Zone kann die der kleinen und mittleren Pyramiden heissen. Dieselben sind viel unregelmässiger als in der gewöhnlichen Hirnrinde, stehen sehr dicht und bilden in gewissen Gegenden wie besondere, schon von *Ganser* gesehene Häufchen, die Riechinseln *(islotes olfativos)* von *Calleja*. Diese Häufchen sind von sehr verschiedener Grösse und Gestalt und lassen sich schon an Karminpräparaten an ihrer dunkleren Färbung leicht erkennen. Die kleineren Zellen stehen in denselben der Oberfläche sehr nahe und sind erheblich kleiner als die kleinen Pyramiden der gewöhnlichen Rinde, meist sternförmig mit zarten Dendriten und schwer zu verfolgenden absteigenden mit Collateralen versehenen Axonen. Diese kleinen Elemente gehen unmerklich in grössere über, die allmählich die typische Pyramidenform annehmen und meist absteigende, z. Th. auch aufsteigende Axonen besitzen.

Weigert'sche Präparate lehren (*Calleja*, Fig. 5), dass aus jeder Riechinsel eine gewisse Zahl feiner dunkelrandiger Fasern heraustritt, die in die weisse innere Substanz übergehen und an *Golgi*'schen Präparaten des *Tuberculum olfactorium* ergiebt sich das überraschende Resultat, dass zu jedem Zellenhäufchen eine bedeutende Zahl von centripetalen Fasern verlaufen, die zwischen den Zellen desselben zu einem der reichsten bekannten Geflechte sich auflösen (*Calleja*, Fig. 6). Diese Fasern stammen nach *Calleja* höchstwahrscheinlich aus dem *Bulbus olfactorius* und zwar aus dem medialen *Tractus olfactorius*.

Die tiefe Lage des *Tuberculum olfactorium* oder die der polymorphen Zellen ist sehr reich an markhaltigen Fasern, die meist bündelweise horizontal oder schief verlaufen und die Zellen zwischen sich aufnehmen. Diese sind meist gross und so mannigfach geformt, dass eine spezielle Beschreibung kaum möglich ist. *Ganser* sagt von diesen Zellen, dass sie alle horizontal stehen und sehr lange Dendriten haben, von denen er welche von 0,12 mm gemessen habe (S. 646) und auch *Calleja* bildet eine solche Spindelzelle ab (Fig. 3 *f*) nebst anderen Formen (Fig. 6 *a* und *b*) mit auf- und absteigenden Axonen.

Beim Menschen gestalten sich die Verhältnisse des *Tractus olfactorius* folgendermassen. Derselbe verläuft in der bekannten Weise frei bis zum *Tuber olfactorium* und verbindet sich dann mit demselben und den angrenzenden Theilen. Die Gestalt des *Tractus* ist von *Henle* (Nervenlehre, 2. Aufl. 1879) sehr gut beschrieben worden und finde ich denselben in seinen mittleren Theilen im Wesentlichen so, wie die *Henle*'sche Figur 238 denselben darstellt, mit dem Unterschiede jedoch, dass an meinen Präparaten mit wenigen Ausnahmen der ganze *Tractus*, wie auch *Schwalbe* dies angiebt (Nervenlehre Fig. 414), ringsherum eine weisse äussere Lage und graue Substanz, jedoch stets untermengt mit mehr weniger Nervenfasern, nur im Innern besitzt, so jedoch, dass die weisse Lage an der dorsalen Kante des *Tractus* weniger entwickelt ist, als an der

ventralen Seite und den ventralen Kanten des im Frontalschnitte dreikantigen oder herzförmigen Stranges. Gegen das Hirnende zu wird der *Tractus* an meinen Schnitten allmählich 5 mm hoch, während er an der ventralen Basis nur 1,24 mm und an seiner dorsalen Spitze nur noch 0,4 bis 0,57 mm misst (Präp. Nr. 22). Auch an diesen Schnitten ist die Oberfläche immer noch von weisser Substanz gebildet. Vom Schnitte 24 an tritt an der dorsalen Kante des *Tractus* graue Substanz in Gestalt einer birnförmigen Anschwellung auf, umsäumt von spärlichen Nervenfasern, welcher Anhang schon in der Nr. 25 fast ebensolang wird wie der *Tractus* des Präp. 22 und im Präp. 28 mit der grauen Substanz im Grunde der *Sulcus olfactorius* verschmilzt. Diese graue Substanz stellt den Anfang des *Tuberculum olfactorium* dar, welches eine Strecke weit eine tief im *Sulcus olfactorius* gelegene Bildung darstellt (Präparat 28—35, Figur 770), dann allmählich mehr an die Oberfläche tritt (Präp. 36 bis 42) und endlich diese erreicht und in den vorderen Theil der Gegend der *Substantia perforata antica lateralis* gelangt (Fig. 771).

Fig. 770.

Fig. 771.

Im Anfange der Verschmelzung des *Tractus* mit der grauen Substanz des

Fig. 770. Frontalschnitt durch den tieferen Theil des Stirnhirnes des Menschen in der Gegend des *Septum pellucidum* und des *Tuber olfactorium*. 1 : 1. Präp. Nr. 123b. *Weigert*. *Cba Commissura baseos alba, Henle; Ce Capsula externa; Ci Capsula interna; FrI Gyrus frontalis I; FrIII Gyrus frontalis III; J* Insel; *Nc Nucleus caudatus; Nt Nucleus taeniaeformis s. Claustrum; P Putamen; Sp Septum pellucidum; To Tuberculum olfactorium; Tro Tractus olfactorius.*

Fig. 771. Frontalschnitt derselben Hirngegend wie Fig. 770. Präparat Nr. 115a. 1 : 1. *Weigert.* Buchstaben wie bei Fig. 770. Ausserdem: *Nl*[1] Inneres Glied des *Nucleus lenticularis; Nl*[2] *Putamen; Tro*[1] Verbindung des *Tractus olfactorius* mit der *Capsula externa.*

Bodens der *Sulcus olfactorius* oder wie man anders ausgedrückt auch sagen kann, mit dem *Tuberculum olfactorium* besteht derselbe aus einer starken weissen ventralwärts konkaven Platte, von welcher aus lateral- und medianwärts dünnere Blätter eine Strecke weit das *Tuberculum* bekleiden. Dann aber tritt vom Schnitte 30 an, vom *Tractus* ausgehend im Innern des *Tuberculum* ein weisser axialer Strang auf, der bald so weit dorsalwärts sich erstreckt (Schnitt 35), dass er die bogenförmig gekrümmten Fasermassen erreicht, die den Linsenkern

Fig. 772.

ventralwärts umsäumen und mit der *Capsula externa* zusammenhängen (Fig. 771). Sobald dann die *Commissura anterior* in die Schnittfläche tritt (Schnitt 37 u. ff.)

Fig. 772. Ventraler Theil der linken Hälfte eines Frontalschnittes durch den hintersten Theil des Stirnhirns des Menschen. Präp. 54 b von einer anderen Serie als die Figg. 770 und 771. 4 : 1. *ACc Arteria corporis callosi; AFS Arteria Fossae Sylvii; Ca Commissura anterior; Ca*[1] Kommissurenbündel zum *Tractus olfactorius; CB* Kommissurenbündel; *Cf Columna fornicis; Ci Capsula interna; FrI Frontalis 1; FrIII Frontalis III; Glp Globus pallidus; Nb* Basalkern; *P Putamen; Strt Stria terminalis* die *Commissura alba* durchbrechend und scheinbar z. Th. mit der *Pars olfactoria* der Kommissur sich vereinigend, z. Th. zum Basalkern gelangend; *To Tuberculum olfactorium; Tro Tractus olfactorius; lB* laterales Bündel; *mB* mediales Bündel des *Tractus olfactorius* mit einer medialen Ganglienmasse.

sieht man von derselben, die im Ganzen 2,1 mm misst, ein stärkeres Bündel von 0,32 mm und ein schwächeres von 0,15 mm Dicke sich ablösen, im Bogen lateral- und ventralwärts gegen die Stelle zu verlaufen, in welcher der mittlere Faserstrang des *Tractus* sich zu verlieren scheint und mehr weniger bestimmt mit demselben sich vereinigen. Das wirkliche Ende der Tractusfasern ist beim Menschen schwer zu ermitteln und ist alles, was ich in dieser Beziehung mitzutheilen habe, folgendes:

Ein medialer Theil der Tractusfasern zieht gegen die *Commissura baseos alba* von *Henle* und verliert sich in dieser (Fig. 771). Vorher aber giebt dieser Abschnitt an den medialen Theil der grauen Substanz des *Tuber olfactorium* eine Menge von Fasern ab, die hier sich verlieren und möglicherweise um die Zellen dieser Gegend enden. Der in die *Commissura baseos alba* eintretende Theil zieht wahrscheinlich ins *Septum pellucidum* und gehört der in diesem sich findenden Olfactoriusstrahlung an, auf die im § 195, der vom *Fornix* handelt, zurückgekommen werden wird.

Den mittleren Theil der Tractusfasern betrachte ich als wesentlich dem Kommissurenbündel angehörend und was die lateralwärts sich abzweigenden Theile des *Tractus* anlangt, so lassen sich dieselben an Schnitten bis in die Gegend der Sylvischen Spalte verfolgen und treten anfänglich als ein schief stehendes Faserbündel auf (Fig. 773). Weiter nach hinten wird diese Wurzel des *Tractus* in ihrem Hauptbestandtheile ganz oberflächlich und steht in sagittaler Richtung lateralwärts vom Querschnitte der vorderen Kommissur. Siehe die Fig. 596, die in dem Winkel zwischen der *Substantia perforata antica* und dem Unterlappen in dem nicht bezeichneten dunklen Streifen der linken Seite diesen Theil des *Tractus olfactorius lateralis* zeigt. Neben diesem oberflächlichen Abschnitte dieser Tractuswurzel erhält sich aber immer noch ein von Anfang an vorhandener tieferer Theil, der auf die Gegend der Insel, resp. des *Claustrum* zuführt. Im ganzen Verlaufe der lateralen oberflächlichen *Tractus olfactorius*-Wurzel finden sich Ansammlungen von Nervenzellen mittlerer Grösse, die z. Th. bandartige, dieselbe begleitende Streifen darstellen, von denen ich wiederum vermuthungsweise annehme, dass die Tractusfasern an ihnen enden und von ihnen eine sekundäre Riechleitung beginnt.

Fig. 773.

Fig. 773. Frontalschnitt durch das Stirnhirn in der Gegend der *Commissura anterior*. 1 : 1. Nr. 105a. Linsenkern nur aus zwei Gliedern bestehend. *Nucleus taeniaeformis Nt* mit dem *Putamen* verschmelzend.

§ 189.

Commissura anterior.

Die vordere Kommissur ist wohl eigentlich die Kommissur des *Rhinencephalon* und findet sich daher auch in grösster Entwicklung bei den makrosmatischen Säugern, während dieselbe bei den mikrosmatischen, wie beim Menschen, wenig entwickelt und bei den Anosmatischen, wie beim Delphine, ein kaum nennenswerthes Rudiment darstellt. Aus diesem Grunde erscheint es auch als zweckmässig, diese Kommissur in erster Linie von den makrosmatischen Säugern zu beschreiben, umsomehr als die feineren Verhältnisse derselben beim Menschen nur wenig bekannt sind.

A. *Commissura anterior* von makrosmatischen Säugern.

Der folgenden Beschreibung der *Commissura anterior* makrosmatischer Säuger lege ich die Untersuchungen von *Ganser* zu Grund, die neben dem Maulwurfe vor allem das Kaninchen betreffen, und bei weitem die sorgfältigsten sind, die wir besitzen, wovon ich mich bei meinen eigenen Beobachtungen beim Kaninchen, der Katze, dem Hunde, der Maus und Ratte hinreichend zu überzeugen Gelegenheit hatte. Die vordere Kommissur dieser Geschöpfe besteht aus einem unpaaren Mittelstücke und je zwei von demselben nach vorn und nach hinten ausstrahlenden Ausläufern oder Hörnern. Das Mittelstück liegt in derselben Gegend wie beim Menschen vor den *Columnae fornicis*, dringt dann eine Strecke weit in den Streifenhügel ein und entsendet nach kurzem Verlaufe (s. Fig. 774) die beiden Hörner. Das Vorderhorn, das bei allen mit guter Entwicklung des Geruchsinnes begabten Thieren wesentlich stärker ist als das Hinterhorn (beim Maulwurfe etwa doppelt so stark), ist wesentlich für den *Bulbus olfactorius* bestimmt und kann daher auch die *Pars olfactoria* oder *bulbosa* heissen. Doch giebt dasselbe in seinem Verlaufe von seinem lateralen Rande

Fig. 774.

Fig. 774. Horizontalschnitt des *Thalamus* und der vorderen Vierhügel des Kaninchens. Nr. 91a. 5 : 1. Buchstaben wie in Fig. 614; ferner: *Gh Ganglion habenulae*; *Km* Kern der Mittellinie; *Nc Nucleus caudatus*; *Nd Nucleus dorsalis* (vorderer ventraler Kern, *Nissl*); *Nl Nucleus lateralis (N. ventralis Nissl)*; *Ppin Pedunculus Conarii*; *RTr Radiatio Tractus optici*; *mh* medialer hinterer Kern, *Nissl*; *pl Pars lateralis Commissurae anterioris*; *po Pars olfactoria Commissurae anterioris*; *pp Pars posterior Commissurae anterioris*; *vh* vorderer ventraler Kern, *Nissl.*

unter spitzen Winkeln eine Anzahl Bündel ab, die den Streifenhügel durchbohren und wiederholt sich theilend in die *Capsula externa* übergehen, von wo aus dieselben auseinandertretend in den vorderen Theil des *Lobus pyriformis* gelangen. Nach Ganser finden beim Maulwurfe etwa 2/3 des Vorderhornes im *Bulbus olfactorius*, 1/3 im *Lobus pyriformis* ihr Ende. Einen solchen Antheil der *Pars anterior (Ca)* zum *Lobus pyriformis* fand ich auch beim Kaninchen (Fig. 774), dagegen vermisste ich denselben bei der Maus.

Das Hinterhorn oder die *Pars posterior C. anterioris* verläuft viel weniger gebogen, fast quer, indem dasselbe den Linsenkern durchbricht und giebt ebenfalls einzelne Bündel an den *Lobus pyriformis* ab. Dann tritt dasselbe an der ventralen lateralen Kante desselben ebenfalls in die *Capsula externa* und sendet von hier aus seine Fasern nach vorn und nach hinten, dorsal- und ventralwärts in den *Lobus pyriformis* und nach Ganser auch in den *Nucleus amygdalae*. Wesentlich in derselben Weise verfolgte ich das Hinterhorn der vorderen Kommissur beim Kaninchen, der Maus und Katze, doch vermag ich über Beziehungen zu einem Mandelkerne nichts auszusagen, da das Vorkommen eines solchen bei diesen Thieren nicht sicher feststeht (s. oben § 175, *Stria terminalis*).

Von einem dritten Bündel der vorderen Kommissur ist schon im § 175 bei Gelegenheit der Schilderung der *Stria terminalis* die Rede gewesen und verweise ich auf das dort Bemerkte.

Verfolgen wir nun die zwei Hauptbündel der *Commissura anterior* weiter, so ergiebt sich, dass (Fig. 775) die *Pars olfactoria* durch den Kopf des Streifenhügels *(StK)* ziehend unter das *Ependym* des Vorderhorns des Seitenventrikels gelangt, in der lateral ventralen Wand desselben weiter verläuft und schliesslich in derselben Lagerung in den hohlen *Bulbus olfactorius* eintritt. Verfolgt man den Verlauf dieses Kommissurenbündels im *Bulbus* an Serienschnitten *Weigert*scher Präparate, so ergiebt sich, dass dasselbe wie schon im § 186 erwähnt wurde, in den mittleren Theilen des *Bulbus* verläuft und immer in der Nähe des Ventrikels seine Lage hat. In Betreff des letzten Endes der Kommissurenfasern lehren jedoch solche Präparate nichts Bestimmtes. Bessere Aufschlüsse geben nach der Methode von Golgi gefärbte Präparate und habe ich an solchen (s. § 187) mit Bestimmtheit gesehen, dass ein bedeutender Theil der Kommissurenfasern mit reichen Verästelungen um die Mitralzellen herum und in der Molekularzone endet.

In derselben Ungewissheit befinden wir uns mit Hinsicht auf die in den *Lobus pyriformis* eintretenden Theile der vorderen Kommissur, doch gelang es mir auch hier freie Enden von Kommissurenfasern im *Lobus pyriformis* nachzuweisen (l. c. S. 50). Mit diesem Nachweise ist natürlich nicht gesagt, dass nicht auch Ursprünge von Kommissurenfasern in demselben Lappen sich finden, ja ich möchte sogar sicher behaupten, dass solche vorkommen, da im Ganzen die freien Enden nur in mässiger Anzahl zu beobachten waren.

Bei Würdigung der Frage nach dem Ursprunge und Ende der Fasern der vorderen Kommissur und dem Verhalten derselben überhaupt sind vor allem die Versuche von Ganser massgebend (Ueber die vordere Hirnkommissur der

Säugethiere in Arch. f. Psych. Bd. IX und Maulwurf S. 651). An Kaninchenhirnen, denen ein *Bulbus olfactorius* und ein bedeutender Theil des zugehörigen *Lobus olfactorius* (was *Ganser* so nennt, ist die Rinde am Streifenhügelkopfe und der vordere Theil des *Lobus pyriformis* von *Gudden*, während der hintere Theil dieses Lappens bei *Ganser Gyrus hippocampi*, nach *Honegger* besser *Lobus hippocampi* heisst) exstirpirt worden war, fand sich, dass beide vordere Hörner der Kommissur ganz atrophirt, die hinteren dagegen beide erhalten und gleich waren, durch welchen Versuch somit die Annahme einer Kreuzung in der Kommissur widerlegt und dieselbe als reine Kommissur nachgewiesen war, ähnlich dem Balken, der auch auf beiden Seiten zu Grunde geht, wenn Eine Hemisphäre entfernt wird.

Fig 775.

Diesen Nachweisen zufolge ist somit der Bau der vorderen Kommissur so zu denken, dass die eine Hälfte ihrer Fasern auf der Einen Seite von Zellen entspringt und auf der andern Seite endet und umgekehrt. Für die mit dem *Lobus pyriformis* in Verbindung stehenden Theile der Kommissur nehme ich an, dass dieselben von Pyramidenzellen des einen *Lobus* entspringen und auf

Fig. 775. Sagittalschnitt weiter seitlich als Fig. 638 vom Kaninchen. Nr. 93a. 5 : 1. *Blb* Basalbündel; *CA Cornu Ammonis; Ca Commissura anterior; Cc Corpus callosum; Ch Chiasma nervi optici; CL Corpus Luysii; Cqa Cqp Corpora quadrigemina; Fl Fornix longus; FM Fasciculus Meynert; Gb Ganglion basale; Gh Ganglion habenulae; Lm Lemniscus medialis; Lo Lobus olfactorius; Nc Nucleus caudatus; P* Pons; *Pp Pedunculus cerebri; Ps* Psalterium; *Sn Substantia nigra; StK* Streifenhügelkopf; *Strm Stria medullaris; Strm*[1] absteigender Theil der Stria; *Th Thalamus; Trptr Tractus peduncularis transversus* (Hauptbündel); *po Pars olfactoria Commissurae anterioris.*

der andern Seite um solche Zellen oder ihre Dendriten herum mit freien Enden ausgehen und *vice versa*. Schwieriger ist die Deutung bei der *Pars olfactoria*. Im *Bulbus olfactorius* finden sich allem Anscheine zufolge nur Eine Art von Zellen, die hier in Betracht kommen können und das sind die Pinselzellen aller Art, denn die sogenannten Körnerzellen sind, wie wir sehen, keine Nervenzellen und die *Golgi*'schen Zellen II. Art zählen jedenfalls nicht. Nun ist von den grossen Pinselzellen sicher, dass ihre Axonen in den *Tractus olfactorius* übertreten, während von den kleinsten Zellen der Art, denen, die um die *Glomeruli* herum liegen, ein solches Verhalten nicht mit Sicherheit nachgewiesen ist. Die Annahme, dass diese Zellen die Kommissurenfasern abgeben, würde auch das Vorkommen dunkelrandiger Fasern um die *Glomeruli* herum und in der sogenannten Molekularzone verständlich machen, während auf der andern Seite die von *Golgi*, *S. Ramón* und *mir* gefundenen centripetalen Endverästelungen als Enden von Kommissurenfasern der anderen Seite ihre Deutung fänden. Ferner würde vom physiologischen Gesichtspunkte aus die Annahme, dass die Kommissurenzellen auf der einen Seite durch ihre Endpinsel direkt mit den *Fila olfactoria* in Verbindung stehen und Eindrücke von denselben erhalten und dieselben auf der andern Seite an die direkte Riechbahn, an die Mitralzellen, abgeben könnten, sehr zusagend erscheinen. Zugleich wäre auch das Räthsel seiner Lösung näher gebracht, dass die *Glomeruli* von so verschiedenen Seiten her Riechpinsel erhalten.

B. *Commissura anterior* des Menschen.

Diese Kommissur unterscheidet sich, abgesehen von ihrer geringen Stärke wesentlich dadurch von derjenigen der makrosmatischen Säuger, dass ihre *Pars olfactoria* oder *anterior* ungemein schwach ist, während die *Pars posterior* relativ sehr stark erscheint.

Die *Pars anterior* der Kommissur wird von *Meynert*, der dieselbe entdeckte, nicht weiter beschrieben, sondern (S. 722) nur gesagt, dass dieselbe, der schwachen Entwicklung des Riechlappens entsprechend, auch viel weniger stark sei als die *Pars posterior*. Doch giebt derselbe in der Fig. 244 bei *R* eine Abbildung derselben, aus der nicht mit Bestimmtheit hervorgeht, ob das fragliche Bündel wirklich in den *Tractus* eingeht. *Meynert* spricht dann noch die Ansicht aus, dass in der *Commissura anterior* theils eine wirkliche Kommissur, theils eine Kreuzung vorhanden sei. Diese verbinde einen *Bulbus olfactorius* mit der entgegengesetzten Hemisphäre, erstere die beiden *Bulbi* untereinander und ebenso die beiden Hemisphären.

Henle hält es nicht für sicher (S. 295), dass die feinen Bündelchen, die beim Menschen aus der vorderen Kommissur gegen das *Tuber olfactorium* abwärts sich zu neigen scheinen, der Kommissur angehören. Denn einerseits wird diese, nachdem sie kaum die Mittellinie überschritten, spitzwinklig gekreuzt von Bündeln, welche aus dem *Thalamus* an der medialen Seite des absteigenden Schenkels des *Fornix* vorüber lateralwärts ziehen und ihre Fasern mit denen der Kommissur mischen, andererseits fliessen die abwärts verlaufenden Fasern der Kommissur am unteren Rande des Linsenkernes mit den Faserzügen zusammen, die den lateralen Rand dieses Kernes umkreisen.

Nach *Dejerine* (S 805) soll die *Pars olfactoria* der vorderen Kommissur, die *Meynert* gut beschrieben habe, sich innerhalb des Streifenhügels von der *Commissura anterior* ablösen, senkrecht in die *Substantia perforata anterior* sich einsenken, nach vorn sich umbiegen und das *Tuberculum olfactorium* erreichen. Dieselbe enthalte 1. Kommissurenfasern, die die *Bulbi olfactorii* vereinen und ein wahres *Chiasma olfactorium* (*Meynert*) bilden und 2. Fasern, die sich in der Medianebene kreuzen und den *Bulbus olfactorius*

Fig. 776.

einer Seite mit dem Schläfenlappen der anderen Seite verbinden. Die Fig. 264, auf die *Dejerine* sich beruft, zeigt so gut wie nichts, nur so viel, dass die

Fig. 776. Ventraler Theil der linken Hälfte eines Frontalschnittes durch den hintersten Theil des Stirnhirns des Menschen. Präp. 54b von einer anderen Serie als die Figg. 770 und 771. 4 : 1. *ACc Arteria corporis callosi; AFS Arteria Fossae Sylvii; Ca Commissura anterior; Ca*[1] Kommissurenbündel zum *Tractus olfactorius; CB* Kommissurenbündel; *Cf Columna fornicis; Ci Capsula interna; FrI Frontalis I; FrIII Frontalis III; Glp Globus pallidus; Nb* Basalkern; *P Putamen; Strt Stria terminalis* die *Commissura alba* durchbrechend und scheinbar z. Th. mit der *Pars olfactoria* der Kommissur sich vereinigend, z. Th. zum Basalkern gelangend; *To Tuberculum olfactorium; Tro Tractus olfactorius; lB* laterales Bündel; *mB* mediales Bündel des *Tractus olfactorius* mit einer medialen Ganglienmasse.

Pars olfactoria Commissura anterioris medianwärts abgeht. Endlich erwähne ich noch *Brissaud*, der auf S. 401 die *Pars olfactoria* der vorderen Kommissur als unzweifelhaft vorhanden erwähnt und in seinen Figg. 124, 125 und 126 dieselbe unter *Oh. C* abbildet, jedoch bei so geringer Vergrösserung, dass man unmöglich wissen kann, was gemeint ist.

Um die vorhandene Lücke in unseren Kenntnissen auszufüllen, gebe ich in der Fig. 776 eine bei stärkerer Vergrösserung gezeichnete Darstellung der betreffenden Theile vom Menschen, aus welcher, glaube ich, unwiderleglich das Vorkommen einer *Pars olfactoria* der vorderen Kommissur hervorgeht, sowie die genauen Beziehungen derselben zum *Tractus olfactorius.* Die Fasern, die *Henle* erwähnt, die die Kommissur kreuzen, sind in meinem Bilde auch vorhanden, liegen aber nicht, wie *Henle* offenbar in Folge eines *Lapsus calami* sagt, an der medialen, sondern an der lateralen Seite der Fornixsäulchen und sind nichts als vordere Enden der *Stria terminalis*-Fasern, die z. Th. die Kommissur nicht nur kreuzen, sondern wirklich durchbohren, z. Th. auch in dieselbe übergehen, wie dies schon in einem früheren § geschildert wurde.

Ueber die *Pars posterior* sind in Betreff des gröberen Verhaltens alle einig, dagegen herrschen über ihre Endigungsweise sehr verschiedene Ansichten. *Burdach*, *Gratiolet* und *Meynert* verfolgten dieselbe in den Occipitallappen, während *Arnold* und *Luys* dieselbe nicht über den Temporallappen hinaus finden konnten. *Foville* lässt dieselbe zum ganzen *Lobe limbique*, zur *Substantia perforata anterior* und zum Mandelkerne gehen. *Ganser*, *Wernicke* und *Edinger* betrachten diesen Kommissurenantheil als Verbindung der Schläfenlappen, *Schwalbe* als Kommissur der Insel. In neuester Zeit fasst *Edinger* die betreffenden Fasern als Kommissur des *Rhinencephalon* auf. Die *Pars olfactoria* soll die *Bulbi olfactorii* vereinen, die *Pars posterior sive hemisphaerica* die beiden *Gyri hippocampi* und die angrenzenden Theile der Hirnrinde. Ausserdem erwähnt *Edinger* noch (S. 62), dass bei den Säugern nach *Ganser*'s Beobachtung noch ein aufsteigender Theil sich finde, der in der *Capsula externa* verlaufend die dorsalen Theile der Randwindung zu verbinden im Stande sei, welcher Abschnitt vielleicht dem Menschen auch zukommt (Figg. 592, 594). Nach *Brissaud* endet die *Pars posterior* der *Commissura anterior* im *Gyrus sphenoidalis* III und IV und im *Gyrus hippocampi* (S. 347 und 399 bis 403). Beziehungen zur *Capsula externa* hält dieser Forscher nicht für unmöglich, doch würden dieselben nur beim mittleren Theile der Kommissur statthaben, bevor dieselbe in den sogenannten Kanal von *Gratiolet* eintritt, Verhältnisse, die auch ich auf Grund meiner Fig. 776 nicht für unmöglich halte.

Aus den wenigen pathologischen Erfahrungen, die über die *Commissura anterior* bekannt sind, geht wie die sorgfältige Zusammenstellung und Kritik fremder und eigener Fälle durch *Dejerine* lehrt (S. 806, 807) nichts Bestimmtes hervor und bleibt trotz gewisser Behauptungen das Ende der *Commissura anterior* in der Hirnrinde immer noch eine *Terra minus bene cognita.*

§ 190.

Ammonshorn und *Fascia dentata*. Allgemeines.

Das Ammonshorn ist einer der verwickeltsten Theile des Gehirns und bildet, wie wir schon sahen, einen wesentlichen Theil des *Rhinencephalon*. Dasselbe ist bei allen makrosmatischen Thieren viel stärker entwickelt als bei den mikrosmatischen, doch sind seine Beziehungen zum *Bulbus olfactorius* und zum Geruchssinne, wenn auch ausser allem Zweifel, doch in vielen Beziehungen noch sehr dunkel.

Beschäftigen wir uns vorläufig nur mit dem gröberen Baue des Ammonshornes selbst, so ist in erster Linie zu bemerken, dass es zuerst *Golgi* gelang, tiefer in denselben einzudringen und die wichtige Thatsache festzustellen, dass das *Cornu Ammonis sensu strictiori* und die *Fascia dentata* zwei besondere, mit einander vereinigte Hirnwindungen darstellen, nachdem allerdings schon lange vor *Golgi* und mehr auf makroskopische Untersuchungen sich stützend *Duval* diese Ansicht zu begründen versucht hatte (Archives de Neurologie III Nr. 6, 7 1881—82). *Duval* ging von einer genauen Untersuchung des Verschlusses des Unterhornes aus und wies zuerst nach, dass der Rand der *Fimbria* nicht frei sei, sondern sich in das Ependym des *Plexus chorioideus lateralis* fortsetze und denselben ganz umhülle, um dann wieder in das Ependym der Decke des Unterhornes überzugehen. Diesem zufolge gehöre nur ein Theil der *Fimbria*, der freie Theil der *Fascia dentata* und des *Gyrus hippocampi* (das *Subiculum cornu Ammonis*) zur Gehirnoberfläche, während das Ammonshorn selbst im Innern der Hirnhöhle gelegen sei.

Mit diesen Darstellungen von *Golgi* und *Duval* bin ich mit *S. Ramón*, *Schaffer*, *Dejerine*, *Lugaro* vollkommen einverstanden und gebe ich nun in erster Linie eine Beschreibung des gröberen Verhaltens der betreffenden Theile des Menschen an der Hand eines nach *Weigert* gefärbten Präparates Fig. 777. Diese Figur stellt einen Frontalschnitt des Ammonshornes und der *Fascia dentata* von der linken Seite dar und entspricht der Figur von *Golgi* auf seiner Taf. XV, nur dass die Hauptzellenlagen des Ammonshornes und der *Fascia dentata* mit roth angegeben sind.

Verfolgt man den *Gyrus hippocampi* (*GH*) dorsalwärts, so gelangt man zu dem sogenannten *Subiculum* (*S*), unter welchem Namen einfach der Theil des *Gyrus hippocampi* verstanden wird, in welchem eine Aenderung des Baues der gewöhnlichen Hirnrinde beginnt, die nach und nach zu dem typischen Baue des Ammonshornes überführt. Verfolgen wir die einzelnen Schichten des *Subiculum*, so ergiebt sich folgendes.

Die weisse Markmasse des *Subiculum* spaltet sich da, wo die Höhle des Unterhornes beginnt, in zwei Lagen, von denen die eine der *Alveus* oder das Muldenblatt (*A*) geheissen, auf die freie Fläche des Ammonshornes übergeht, die andere auf die laterale Wand und die Decke des Unterhornes, wo dieselbe mit dem hier befindlichen Schweife des *Nucleus caudatus* (*Nc*) und weiter mit der *Stria terminalis* (*Strt*) in Berührung tritt. Dieser Theil besteht nach *Dejerine* (s. dessen Schema Fig. 351) 1. aus dem *Tapetum*, 2. aus den Sehstrahlungen von

Gratiolet und 3. aus dem *Fasciculus longitudinalis inferior.* Die weisse, das Ammonshorn an seiner freien Fläche überziehende Markschicht oder der *Alveus,* das Muldenblatt, verdickt sich am dorsalen Blatte (*dBl*) des Ammonshornes immer mehr und endet in zwei Blätter gespalten. Das eine tiefe Blatt oder die tiefe Wurzel des *Alveus* (*tW*) geht in die von dem Zellenblatte der *Fascia dentata* gebildeten Tasche hinein, in welcher dasselbe pinselförmig zerfährt, während das andere oberflächliche Blatt in die *Fimbria* (*F*) übergeht. Dieses Verhältniss kann man auch so ausdrücken, dass man sagt, der *Alveus* setze sich direkt in die *Fimbria* fort und nehme in seinem letzten Abschnitte ein aus dem Inneren der *Fascia dentata* kommendes starkes Bündel auf.

Die graue Rinde des *Subiculum* setzt sich unmittelbar fort in das ventrale Blatt der Pyramidenzellenschicht des Ammonshornes (*vBl*) und das *Stratum zonale* des *Subiculum* (*Sza*) in das *Stratum zonale* desselben Hirntheiles (*Strz*[1]). Hierbei ordnen sich die Zellenlagen des *Subiculum* so, dass sie nach und nach wesentlich zu einer einzigen gedrängten Lage von Pyramidenzellen mit ungemein langen und reich verzweigten Dendriten sich zusammenziehen. An dem ventralen Theile oder Blatte des Ammonshornes (der *Région hippocampique* von *Dejerine*) ist beim Menschen die Anordnung der Pyramidenzellen anfangs noch so unregelmässig, dass dieser Theil sich kaum vom *Subiculum* unterscheidet, während gegen das dorsale Blatt zu (*Région godronnée, Dejerine*) und in demselben nach und nach die Zellen in eine einzige dicke Lage sich zusammenziehen und einigermassen an die Verhältnisse der Thiere erinnern. Von der Umschlagestelle der Zellenschicht des Ammonshornes gegen die *Fascia dentata* zu an, da wo das dorsale Blatt desselben mit seinem letzten Ende in den von der *Fascia dentata* umgebenen Hohlraum sich hineinbiegt, um da als Endblatt (*EB*) des Ammonshornes zu enden, gestalten sich die Zellen des Ammonshornes ganz unregelmässig und nehmen sehr mannigfach abweichende Formen an. Diese Zellen des Endblattes erfüllen übrigens den ganzen Hohlraum der *Fascia dentata* und liegen auch zwischen den Fasern der oben erwähnten tiefen Wurzel des *Alveus* und an der ventralen Seite derselben (s. die Fig. 788).

Das *Stratum zonale* des *Subiculum* (*Sza*), das nichts anderes ist, als die *Substantia reticularis alba* von *Arnold,* theilt sich im weiteren Verlaufe gegen das Ammonshorn zu wie in zwei Lagen, eine oberflächliche und eine tiefe.

Die oberflächliche Lage oder das eigentliche *Stratum zonale* (*Strz'*) verschmilzt mit dem *Stratum zonale* der *Fascia dentata* (*Strzfd*), umgreift mit diesem zusammen das gesammte Zellenblatt der *Fascia dentata* (*Fd*) und endet bei *Strz*[2] an der dorsalen Seite dieses Zellenblattes. Dies ist die *Lamina medullaris circumvoluta* der Autoren.

Die tiefe Lage besteht z. Th. aus oberflächlichen, quer durchschnittenen longitudinal verlaufenden (*LF*), grösstentheils aber aus tieferen tangentialen Fasern, die mit dem inneren weissen Streifen der gewöhnlichen Hirnrinde sich vergleichen lassen. Dieses weisse Blatt (*Strl*), *Stratum lacunosum* der Autoren, umfasst zusammen mit der Schicht der querdurchschnittenen Longitudinalfasern bogenförmig das vorhin beschriebene *Stratum zonale,* doch reichen beide an der dorsalen medialen Seite noch über dasselbe hinaus und enden ver-

Fig. 777. Frontalschnitt durch das Ammonshorn des Menschen. 6 : 1. *Weigert*'sche Färbung. *A Alveus,* Muldenblatt; *Ci Cornu inferius; EBl* Endblatt des Ammonshornes in der Höhle der *Fascia dentata; F Fimbria; Fa Fibrae arcuatae intramedullares; Fa*[1] *Fibrae arcuatae intracorticales; Fd* dorsales und ventrales Blatt der *Fascia dentata; Fus Lobulus fusiformis; GH Gyrus hippocampi; LF* longitudinal verlaufende Bündel quer durchschnitten bei *L* mit Verdickung am Eingange in die Höhle der *Fascia dentata; Nc Cauda nuclei caudati; Pl Plexus chorioideus lateralis; S Subiculum; Str rad gr Stratum radiatum Fasciæ dentatæ; Strl* weisses transversales Band des Ammonshornes oder *Stratum lacunosum; Strt Stria terminalis; Strz Stratum zonale* des *Gyrus hippocampi et fusiformis; Strz*[1] *Stratum zonale* des ventralen oder ersten Blattes des Ammonshornes; *Strz*[2] *Stratum zonale* des dorsalen oder zweiten Blattes des Ammonshornes; *Strzfd Stratum zonale* des freien Theiles der *Fascia dentata; Sza Stratum zonale* des *Subiculum,* sive *Substantia reticularis alba; dBl* dorsales oder zweites Blatt des Ammonshornes; *vBl* ventrales oder erstes Blatt des Ammonshornes; *dPl* dorsales und *vPl* ventrales Pialblatt des Plexus.

dickt und hakenförmig umgebogen bei L., an der medialen Seite des Zellenblattes der *Fascia dentata.*

Die *Fascia dentata* (*Fd*) besteht wesentlich aus einem mehrschichtigen Blatte kleiner Nervenzellen, welches, um einen kurzen Ausdruck für dasselbe zu haben, das Körnerblatt, *Stratum granulosum*, genannt werden soll. Dasselbe bildet mit den zu den Zellen gehörenden Dendriten, die alle den Blättern des Ammonshornes zugewendet sind und eine dicke, besondere Lage, das *Stratum moleculare* der Autoren oder *Stratum radiatum Fasciae dentatae mihi* (*Strrgr*) darstellen, eine Platte von 0,7—1,0 mm Dicke, an der ein ventraler und ein dorsaler Theil zu unterscheiden sind und die beutelartig einen Hohlraum umschliesst, die Höhlung der *Fascia dentata*, innerhalb welcher wesentlich das Endblatt der Zellenlage des Ammonshornes (*EBl*) und die tiefe Wurzel des *Alveus* (*tW*) zu finden sind. Ausserdem enthält diese Höhlung noch dicht an den Körnern eine nicht scharf begrenzte Lage polymorpher Zellen, die noch zur *Fascia dentata* zu zählen sind, und in ihrem gesammten Binnenraume die Fortsetzungen der Axonen der Körnerzellen, so dass somit hier eine unlösbare Verschmelzung der beiden Hirnwindungen eintritt, die das Ammonshorn und die *Fascia dentata* darstellen.

Bei den Säugethieren sind die Verhältnisse des Ammonshornes wohl im Wesentlichen dieselben wie beim Menschen, immerhin findet sich bei ihnen der schon *Golgi* wohl bekannte, nicht unbedeutende Unterschied, dass die Pyramiden des *Subiculum* viel früher und zwar schon in dem unmittelbar an dasselbe angrenzenden Theile des Ammonshornes, das dem ventralen des Menschen entspricht, in eine einzige Reihe sich ordnen, wie dies die schönen Tafeln von *Golgi* XIX, XX und XXI von der Katze und dem Kaninchen darthun. Vom Menschen ist mir keine Figur bekannt, die die hier vorkommenden Abweichungen genau darstellte, obschon *Meynert* (Fig. 236) und *Henle* (Fig. 216) Andeutungen der richtigen Verhältnisse geben. Einen nicht unwichtigen Unterschied zwischen dem Menschen und den kleinen Säugern würde es ferner begründen, wenn *S. Ramón* mit seiner Annahme Recht hätte, dass bei diesen die Endplatte des Ammonshornes innerhalb der Höhlung der *Fascia dentata* nicht nur aus den grossen Pyramiden, sondern auch aus dem *Stratum lacunosum* und dem *Stratum zonale* bestünde, wie es seine Fig. 14 darstellt, indem beim Menschen diese Schichten des Ammonshornes sicher beim Punkte *L* der Fig. 777 aufhören. Auch beim Kaninchen habe ich mich noch nicht von der Richtigkeit der Darstellung *S. Ramón*'s überzeugen können und noch weniger bei der Katze.

Ueberblicken wir die geschilderten Verhältnisse im Zusammenhange, so ergiebt sich, dass im Ammonshorne zwei Hirnwindungen so miteinander verbunden, sind, dass die eine, die *Fascia dentata*, wie eine Kappe das Ende der anderen des Ammonshornes, umgiebt. An der Berührungsfläche beider Windungen, d. h. im ganzen konvexen Umkreise der *Fascia dentata*, begrenzen sich beide Abschnitte mit einer Lage, die der oberflächlichen weissen Substanz der typischen Hirnwindungen, meinem *Stratum zonale*, der Molekulärschicht der Autoren, entspricht und sind hier untrennbar mit einander verwachsen, welche Lage man die *Lamina medullaris circumvoluta* genannt hat. Diese Lamelle spaltet sich da, wo die *Fascia dentata* eine freie mediale Fläche erlangt, in das *Stratum zonale*

der *Fascia dentata* und in die entsprechende Lage des *Subiculum* oder des *Gyrus hippocampi*. In die Aushöhlung der *Fascia dentata* tritt das Endblatt des Ammonshornes und hier findet sich ebenfalls eine innige Verwachsung der beiden Theile in der Art, dass das Ammonshorn, das hier sozusagen nur noch aus den grossen Pyramiden und einer Fortsetzung des *Alveus* (der tiefen Wurzel des *Alveus*) besteht, untrennbar mit der Schicht der polymorphen Zellen der *Fascia dentata* verschmilzt und die Axonen der Körnerzellen durch die Lage der Pyramidenzellen hindurchziehen, um im Ammonshorne zu enden.

Wenn dem Gesagten zufolge das Ammonshorn und die *Fascia dentata* als zwei mit einander verbundene Windungen oder, da diese Bildungen auch an windungslosen Gehirnen vorkommen, besser gesagt, als zwei besondere Theile der Hirnoberfläche anzusehen sind, so ist es doch wohl auch am passendsten, nach dem Vorgange von *Golgi* (Org. centr. S. 92 ff.) für die Theile derselben die Bezeichnungen anzuwenden, die für die graue Rinde des Gehirnes überhaupt eingeführt sind und sich anderer Namen möglichst zu enthalten.

Ich unterscheide daher beim Ammonshorne von der äusseren Oberfläche gegen die Höhle des Unterhornes zu:

1. Die oberflächliche weisse Lamelle oder das *Stratum zonale* (Kernblatt *Meynert*; *Lamina medullaris circumvoluta Krause*).

2. Die Lage der Pyramidenzellen. Zu dieser Schicht zählen von aussen nach innen:

a) das *Stratum moleculare*
b) das *Stratum lacunosum*
c) das *Stratum radiatum*
d) das *Stratum lucidum*
} der Autoren,

welche alle als besondere Lagen zu unterscheiden, kein Grund vorhanden ist.

3. Die Lage der polymorphen Zellen (*Stratum oriens*).

4. Die innere Marksubstanz, die mit der Marksubstanz der Hemisphären zusammenhängt, der *Alveus* oder das Muldenblatt.

5. Das Ependym.

An der *Fascia dentata* finden sich nur drei Lagen

1. Die oberflächliche weisse Lamelle oder das *Stratum zonale*.

2. Die Lage der kleinen Nervenzellen oder Körner, *Stratum granulosum* mit den Unterabtheilungen

a) der Schicht der Zellenkörper und

b) der Lage der Dendriten oder dem *Stratum radiatum Fasciae dentatae* (dem *Stratum moleculare* der Autoren).

3. Die Lage der polymorphen Zellen.

In Betreff der verwickelten Verhältnisse am vorderen Ende des Ammonshornes verweise ich auf *Henle*'s Neurologie 2. Aufl. S. 318 u. ff., und die Figg. 220 und 221, vor allem aber auf die ausgezeichneten Spezialuntersuchungen von *C. Giacomini* in seinen zwei Arbeiten: Fascia dentata del Grande Hippocampo nel cervello umano, p. 71, 3 Tavole, Torino 1883 und Bandelette de l'Uncus de l'Hyppocampe dans le cerveau de l'homme et de quelques animaux in Arch. ital. de Biol. T. II, Fasc. II, p. 19, 1 Tav.

§ 191.

Ammonshorn und *Fascia dentata.* Feinster Bau.

Ammonshorn der Säuger. Den feinsten Bau des Ammonshornes zuerst genauer ermittelt zu haben, ist das grosse Verdienst von *Golgi* (Organi centrali), durch den wir namentlich über das Verhalten der wichtigsten Zellen desselben, der Pyramidenzellen, aufgeklärt wurden, und auch das merkwürdige Verhalten der Axonen der Körnerzellen kennen lernten. Weiter brachten dann *L. Sala* (Zur Anatomie des grossen Seepferdefusses in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LII 1891) und vor allem *K. Schaffer* (Beitr. z. Histologie der Ammonshornformation in Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 39, 1892 S. 611—632 Taf. XXVIII) und *E. Lugaro* (Contributo alla fina anatomia del grande piede d'Hippocampo in Arch. p. l. Sc. mediche Vol. XVIII Nr. 3 1893 S. 113—142 con 2 tavole) wichtige Beiträge, worauf dann *S. Ramón* (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LVI, S. 615—663 Taf. 31—34 aus Anales de la Sociedad Española de Historia natural Tom. XXII 1893 und Nouvelles idées sur le système nerveux, Edit. franç. par *L. Azoulay* Paris 1894 S. 81—98 zuerst veröffentlicht im Arch. v. *His* 1893 S. 377—391) z. Th. schon vor dem letzten Autor eine solche Darstellung des Gesammtbaues des Ammonshornes und der *Fascia dentata* bei kleinen Säugern gab, dass dieselbe als klassisch und kaum zu übertreffen bezeichnet werden kann. Was dagegen den Menschen anlangt, so liegt über den feineren Bau der betreffenden Theile bei demselben bis jetzt gar nichts vor und sind die Mittheilungen, die ich hier gebe, wenn auch noch unvollkommen, doch als die ersten der Art zu bezeichnen.

Der nun folgenden Beschreibung lege ich vor allem die Untersuchungen von *S. Ramón* an kleinen Säugern (Maus, Kaninchen) zu Grunde und werde an den betreffenden Stellen das einflechten, was eigene Untersuchungen über diese Geschöpfe mir ergeben haben. Doch gebe ich des besseren Verständnisses halber schon hier ein Uebersichtsbild des Ammonshornes der Katze (Fig. 778). Dagegen sollen meine Erfahrungen über die Verhältnisse des Menschen für sich in einem besonderen § dargestellt werden.

Ich beginne, wie *S. Ramón,* mit der Lage des Ammonshornes, welche das Unterhorn begrenzt und gehe mithin im Vergleiche mit der Hirnrinde von innen nach aussen oder von der weissen Marksubstanz gegen die graue Rinde zu. Ferner bitte ich Folgendes zu beachten: Erstens behalte ich für diese Schilderung die von *S. Ramón* festgehaltenen Unterabtheilungen bei und zweitens berücksichtige man, dass die Lagerungsverhältnisse des Ammonshornes und der *Fascia dentata* beim Menschen und bei Thieren bei gewissen Schnitten ganz verschiedene sind, so dass die Theile, die *S. Ramón* „obere" nennt, beim Menschen an der unteren oder ventralen Seite liegen und umgekehrt. *Dejerine* hat daher, um eine gleichmässige Bezeichnung einzuführen, mein ventrales Blatt des Ammonshornes „*Région hippocampique*" = der oberen Region von *S. Ramón,* und mein dorsales Blatt *Région godronnée* = der unteren Region von *S. Ramón* genannt. Da jedoch diese Namen weder lateinisch noch deutsch ausgedrückt werden können, so schlage ich als allgemeine Bezeichnungen: Erstes Blatt und Zweites Blatt des Ammonshornes vor, von denen der erste Namen

für den Theil zu gelten hat, der an das *Subiculum* angrenzt, der zweite für den anderen Abschnitt, der mit seinem Ende, dem Endblatte, in die Höhle der *Fascia dentata* eintritt.

Fig. 778.

Fig. 778. Ammonshorn und *Fascia dentata* einer jungen Katze. Gez. b. Syst. II, Oc. I, k. Tub. *Golgi.* Buchstaben wie bei Fig. 777, ausserdem: *GA* Geflecht der Axonen der Körnerzellen; *Mf* Moosfasern, Hauptbündel; *Plic Plexus intercellularis* der Pyramidenzellen; *Pyr* Pyramidenzellen des dorsalen Blattes des Ammonshornes; *Str.z.S Stratum zonale* des *Subiculum* auf das obere Blatt des *Cornu Ammonis* übergehend; *grPyr* grosse Pyramidenzellen mit ihrer Fortsetzung in die Höhlung der *Fascia dentata*; *oMf* Moosfasern, oberflächliches Blatt; *pz* polymorphe Zellen des Ammonshornes; *tMf* Moosfasern, tiefes Blatt.

I. Selbstverständlich ist das Ammonshorn von dem Ependym der Hirnhöhlen überzogen, welches je nach dem Alter der Geschöpfe aus kürzeren Ependymzellen oder aus langen Ependymfasern oder aus Zwischenformen besteht, wie dies besonders von *Golgi* und *Ramón* genau geschildert wurde.

II. Die darauffolgende Lage weisser Substanz oder der *Alveus*, das Muldenblatt (Fig. 778 *A*), besteht aus gröberen und feineren Nervenfasern und aus einigen polymorphen Zellen (*Golgi, Sala, Schaffer, S. Ramón, ich*), welche aus der angrenzenden Lage der polymorphen Zellen (dem *Stratum oriens*) in dieselbe hineingelangt sind. Der Herkunft nach stammen die Fasern des *Alveus* vorwiegend von den Achsencylindern der Pyramidenzellen des Ammonshornes. Ausserdem aber finden sich in demselben auch centrifugale Elemente, die im Ammonshorne ihre Endverästelung besitzen, die *Ramón* zuerst beschrieben hat (Z. f. w. Zool. Fig. 3 *a*). Beachtung verdient, dass die Fasern des *Alveus* auch eine gewisse Zahl feiner Collateralen abgeben, die von den Axonen der Pyramidenzellen abgehen, zumeist im *Stratum oriens* sich verästeln und verlieren, aber auch in die Zone der Pyramiden aufsteigen und selbst oberhalb derselben enden. Im Allgemeinen spärlich, werden diese Collateralen nach *S. Ramón* in dem Theile des *Alveus* sehr zahlreich, der in der Nähe des *Hilus* der *Fascia dentata* seine Lage hat. Zu diesen Collateralen gehören wahrscheinlich auch zahlreiche feine Fasern, die zwischen den Pyramiden und in den gesammten äusseren Regionen des Ammonshornes (bis zum *Stratum lacunosum*) sich verästeln.

III. Die Lage der polymorphen Zellen, das *Stratum oriens*, Fig. 778 *pZ*, theilt *S. Ramón*, wie mir scheint, ohne Noth, in zwei Unterabtheilungen, eine untere und eine obere.

a) Die untere Lage enthält spindelförmige oder dreieckige Zellen (meine Fig. 778 bei *pZ*), deren Längsachse tangential steht. Die Axonen derselben verhalten sich z. Th. wie beim I. *Golgi*'schen Typus und bilden um die Pyramiden Verästelungen (l. c. Fig. 8 *b*), andere Axonen zeigen einen langen aufsteigenden Fortsatz (l. c. Fig. 8 *c*) und enden im *Stratum lacunosum* und in der oberflächlichen weissen Lage.

b) Die obere Zone der polymorphen Zellen (subpyramidale Lage von *Schaffer*) ist mächtiger und verdient den Namen der geflechtartigen Zone. In ihr finden sich die unteren Dendritenbüschel der Pyramiden und die Collateralen ihrer Achsencylinder. Abgesehen hiervon enthält dieselbe besondere von *Schaffer* zuerst beobachtete Zellen, die *S. Ramón* unterscheidet: 1. als Zellen mit aufsteigendem Achsencylinder (meine Figur 780), 2. als Zellen mit absteigendem Neuraxon und 3. als Zellen mit horizontalem Achsencylinder von grosser Ausdehnung und ungemein reicher Verästelung zwischen den Pyramiden (meine Figur 779).

1. Die Zellen mit aufsteigendem Achsencylinder entsprechen den von *Martinotti* entdeckten der gewöhnlichen Hirnrinde (siehe oben § 179). Die einen dieser Zellen, die seltener vorkommen, enden mit ihren Axonen in der oberflächlichen weissen Lage (*Ramón* l. c. Fig. 4 *A*), vor allem in der Höhe der markhaltigen horizontalen Fasern der Pyramidenschicht (*Stratum lacunosum*). Häufiger sind nach *S. Ramón* Elemente, deren Neuraxon zwischen

den Pyramidenzellen endet (l. c. Fig. 4 *B.C.E*). Der Verlauf derselben ist insofern bemerkenswerth, als sie die Lage der Pyramidenzellen durchbrechen, in verschiedenen Höhen der oberflächlichen Dendritenbüschel der Pyramiden oder des *Stratum radiatum* sich umbiegen und gegen die Pyramidenzellen zurücklaufen, zwischen denen sie dann theils direkt, theils durch Collateralen mit absteigenden Aesten ein ungemein reiches, von *S. Ramón* zuerst gesehenes Geflecht erzeugen, das offenbar als eine der wichtigsten Einrichtungen des *Cornu Ammonis* anzusehen ist und als cirkumcelluläres Geflecht der Pyramidenzellen bezeichnet werden soll (meine Fig. 778 *Pl.ic* und Fig. 780 *pm*).

Abgesehen von diesen Enden geben die betreffenden Neuraxonen aus ihrer Umbiegungsstelle auch Aestchen ab, die bis in das *Stratum lacunosum* gelangen können, wo sie meist horizontal weiter verlaufen.

2. Zellen mit absteigendem Achsencylinder liegen nicht in der Zone der polymorphen Zellen, sondern gehören zu den Pyramiden und werden später Berücksichtigung finden.

3. Zellen mit horizontalen Axonen (l. c. Fig. 5 *abd*) gehören ebenso wie die Zellen der ersten Art mit aufsteigenden Axonen zu den *Golgi*'schen Zellen des II. Typus und besitzen auch gleiche Endigungen wie diese, indem sie ebenfalls an der Bildung des cirkumcellulären Netzes um die Pyramidenzellen sich betheiligen. Charakteristisch ist für dieselben die Grösse und die radiäre Anordnung ihrer Dendriten, von denen immer einer oder zwei aufsteigende die Lage der Pyramiden durchziehen und in

Fig. 779.

Fig. 779. Eine Zelle aus dem *Stratum oriens* des Ammonshornes einer Katze von 14 Tagen, Frontalschnitt. Gez. b. Syst. VII, Oc. I, k. Tub. und um 1/3 verkleinert. *n Neuraxon.* Die Bogenlinie bedeutet die Oberfläche des *Alveus.*

der oberflächlichen weissen Schicht, dem *Stratum zonale* enden. Alle Dendriten dieser Zellen ermangeln nach *Ramón* der Spitzen und Dornen, die für diejenigen der Pyramiden so bezeichnend sind. Die Axonen dieser Zellen sind stark, sehr lang, werden im Verlaufe eher noch stärker und ziehen lang an der tiefen Grenze der Pyramidenzellen hin. Hierbei geben sie zwischen dieselben eine Menge senkrecht aufsteigender Collateralen ab, die mit zierlichen Bäumchen endend an dem cirkumcellulären Netze der Pyramiden sich betheiligen und vor allem den tiefen Theil desselben bilden (meine Fig. 779).

Meine eigenen Erfahrungen über die Zellen der polymorphen Lage der Säuger lege ich an der Hand nebenstehender Figuren vor.

Fig. 780.

In der Fig. 778, die ein Uebersichtsbild des Ammonshornes und der *Fascia dentata* von einer jungen Katze giebt, sind bei *pZ* sechs Zellen der polymorphen Lage wiedergegeben, deren Axonen nicht dargestellt werden konnten und lassen sich die verschiedenen Gestalten und Lagerungsverhältnisse derselben erkennen. Genaueres über diese Elemente geben folgende Figuren: Fig. 779 stellt eine

Fig. 780. Eine Zelle *pm* der polymorphen Lage *Pol* des Ammonshornes eines Kaninchens von zwei Tagen mit reich verzweigtem nervösem Fortsatze *n*, der vor allem in das *Ramón*'sche Geflecht um die Pyramidenzellen eingeht, von welchen Zellen drei in Umrissen gezeichnet sind. Zwei davon besitzen Axonen *n*, die aufsteigende Aestchen abgeben. *A Alveus; Pyr* Lage der Pyramidenzellen. Gez. b. Syst. VII, Oc. I, k. Tub. und um 1/3 verkleinert.

mehr kugelige Zelle der polymorphen Zellenlage von einer Katze dar, die dem *Golgi*'schen II. Typus angehört und an ihrem Axon einen lang dahinziehenden tangentialen Ast mit vielen Seitenästchen zeigt, der unter den Pyramidenzellen und z. Th. zwischen denselben verläuft und zweitens einen aufsteigenden Ast, der im *Stratum radiatum* endigt. Die Dendriten dieser Zellen besitzen abweichend von den Angaben von *Ramón* einen reichlichen Dornenbesatz!

Wieder anders ist die Zelle der Fig. 780 vom Kaninchen, neben der in Umrissen drei Pyramidenzellen *p* dargestellt sind, um die Lagerungsverhältnisse deutlich zu machen. Die reichliche Verästelung des Axon dieser Zelle breitet sich vor allem zwischen und um die Pyramidenzellen herum aus und betheiligt sich an der Bildung des von *S. Ramón* entdeckten cirkumcellulären Geflechtes der Pyramidenzellenlage (*Pyr*). Der Nachweis dieses Geflechtes gelingt sehr leicht, dagegen finde ich es schwieriger, Zellen in Verbindung mit demselben zu beobachten. Das Geflecht (Fig. 778 *Plic*) kommt übrigens nach meinen Erfahrungen nicht in allen Theilen des Ammonshornes zur Anschauung und muss ich die Gegend, in welcher dasselbe in der Fig. 778 dargestellt ist, als die bezeichnen, wo ich dasselbe fast ohne Ausnahme gut entwickelt vorgefunden habe.

Fig. 781.

IV. Die Lage der Pyramiden entspricht der Lage der grossen und kleinen Pyramiden der typischen Rinde, zeichnet sich jedoch dadurch aus, dass die grossen Pyramiden bei den meisten Geschöpfen eine scharf begrenzte, 3—4-

Fig. 781. Aus dem Ammonshorne des Kaninchens, Längsansicht, ger. Vergr. lange Pyramiden- und Körnerzellen, zwischen beiden das gemeinsame *Stratum zonale*.

schichtige Lage bilden, während die kleinen Pyramiden sehr unregelmässig stehen und auch im Ganzen spärlich sind.

Geht man vom *Subiculum Cornu Ammonis* kleiner Säuger aus (Fig. 778, 783), so findet man in demselben anfänglich noch die typische Anordnung der Pyramiden, kleinere gegen die Oberfläche zu, grössere in der Tiefe. Nach und nach aber verschwinden die ersteren, die letzteren werden immer länger und stellen endlich Elemente dar, die sozusagen die ganze Dicke der grauen Lage des eigentlichen Ammonshornes einnehmen. Diese Elemente wollen wir die typischen oder langen Pyramiden des Ammonshornes (kleine Pyramiden *Ramón*) nennen (Fig. 778 *Pyr*). In der Gegend des zweiten Blattes des Ammonshornes treten allmählich Pyramiden mit grösserem Zellenkörper, aber mit kürzeren Dendriten auf, sogenannte Riesenpyramiden (*gr. Pyr.*), die da, wo das Ammonshorn mit seinem Endblatte in die Höhle der *Fascia dentata* sich einsenkt, kleiner werden und endlich in unregelmässig gelagerte und gestaltete Elemente übergehen, die wir im Ganzen als Pyramiden der *Fascia dentata* bezeichnen wollen.

Fig. 782.

A. Die Pyramiden des eigentlichen Ammonshornes (Fig. 781 u. 782) zeichnen sich im Allgemeinen durch folgendes aus. Der Zellenkörper ist meist spindelförmig mit grösseren oder geringeren Uebergängen zum Dreieckigen und giebt nach zwei Seiten Dendriten ab, die wir als basale und apikale, Wurzel- und Spitzendendriten bezeichnen.

Die Wurzeldendriten bilden ein breites, kürzeres Büschel ähnlich dem Wurzelstocke einer Pflanze, das in die Lage der polymorphen Zellen eintritt und dieselbe bis zum *Alveus* durchzieht und fast ganz erfüllt. Die Spitzendendriten entspringen, wie bei den typischen Pyramiden von einem längeren oder kürzeren einfachen Spitzenfortsatze, der dann in einer gewissen Höhe ebenfalls in zahlreiche Aeste zerfällt, die, da sie unter spitzen Winkeln sich theilen und

Fig. 782. Aus dem Ammonshorne eines Hundes von zwei Tagen. Gez. b. Syst. V, Oc. III, k. Tub. und um 1/3 verkleinert. Zwei Pyramidenzellen mit absteigenden Axonen und eine *Golgi*'sche Zelle des II. Typus mit aufsteigendem Axon. Axonen roth.

nahe beisammen bleiben, dem Ganzen das Bild eines Besens verleihen. Diese Spitzendendriten durchziehen die ganze oberflächliche Zone des Ammonshornes und enden in der oberflächlichen weissen Lage, dem *Stratum zonale* (der *Lamina medullaris circumvoluta*) mit horizontalen Umbiegungen gerade wie in der typischen Rinde. Hierbei durchziehen dieselben das innere weisse Querblatt des Ammonshornes oder das *Stratum lacunosum* und die zwischen diesem und der oberflächlichen Markfaserlage befindliche faserärmere Lage, das *Stratum moleculare* der Autoren, während die Gegend ihrer noch ungetheilten oder wenig verästelten Spitzenfortsätze *Stratum radiatum* genannt wurde.

Die Axonen dieser Pyramiden, die bald vom Zellenkörper, bald von einem Dendritenstamme entspringen, sind alle absteigend und setzen sich mit einer Nervenfaser des *Alveus* fort. Hierbei geben sie in der Lage der polymorphen Zellen (dem *Stratum oriens*) zwei, drei oder mehr verästelte Collateralen ab, die zwischen den polymorphen Zellen enden, auch wohl (Fig. 780) mit rückläufigen Aesten in die Pyramidenschicht eintreten. Durch die Vereinigung dieser Collateralen, dann von Aestchen der *Golgi*'schen Zellen des II. Typus dieser Gegend (Fig. 782), endlich von Collateralen der Fasern des *Alveus* (s. oben) entsteht im *Stratum oriens* ein sehr dichtes Geflecht feiner Fäserchen, das übrigens mit dem oben erwähnten cirkumcellulären Geflechte zwischen den Körpern der Pyramidenzellen untrennbar zusammenhängt.

Im *Alveus* gehen die Axonen der Pyramiden entweder einfach durch Umbiegung in eine Nervenfaser über, oder (Fig. 778 bei *A*), es findet sich hier, wenn schon nach *S. Ramón* selten, eine gabelförmige Theilung derselben in einen feineren und in einen dickeren Ast, die manchmal in entgegengesetzter Richtung zu verlaufen scheinen.

Ramón spricht die Vermuthung aus, dass die feinen Fasern zu der Kommissur zusammentreten, welche die beiden *Cornua Ammonis* unterhalb des Balkens verbindet.

Die Pyramiden des zweiten, beim Menschen dorsalen, bei Thieren ventralen Blattes des Ammonshornes oder der Gegend der *Fascia dentata* unterscheiden sich in mehrfachen Beziehungen von denen der ventralen, bei Thieren dorsalen Region. Einmal sind ihre Zellenkörper grösser, so dass man sie aus diesem Grunde als Riesenpyramiden des Ammonshornes bezeichnet hat und dann ist ihr Stamm der Spitzendendriten ganz kurz oder selbst gar nicht da, so dass diese Dendriten direkt aus dem Zellenkörper hervorgehen können (Fig. 778 *gr.Pyr.*). Ferner hebt *Ramón* hervor, dass, während bei den Pyramiden der anderen Gegenden des Ammonshornes die äusseren Dendriten nur spärlich mit Dornen besetzt seien, gerade das Umgekehrte bei diesen Riesenpyramiden der Fall sei, die wahre Warzen in Form grosser seitlicher Auswüchse besitzen, die dazu bestimmt seien, die Axonen der Zellen der *Fascia dentata* aufzunehmen (s. unten).

Die Form dieser Pyramiden wird übrigens, je mehr man der Aushöhlung der *Fascia dentata* sich nähert, um so unregelmässiger und ihre Dendritenbüschel meist kürzer, in welcher Beziehung jedoch bei verschiedenen Geschöpfen sehr verschiedene Verhältnisse sich finden, wie bei der Vergleichung der naturgetreuen Abbildungen von *Golgi* (Taf. XIX, XX, Katze; XXII, Kaninchen),

Lugaro (l. c. Fig. 1, wohl mehr Schema) und *mir* (Fig. 783) leicht ersichtlich ist.

Die Axonen dieser Riesenpyramiden zeigen eine von *Schaffer* zuerst erwähnte und von *S. Ramón* weiter verfolgte Eigenthümlichkeit (meine Fig. 791 vom Menschen). Dieselben theilen sich nach kurzem Verlaufe in zwei Aeste oder geben, wie man vielleicht besser sagen könnte, eine starke Collaterale ab. Der eigentliche Achsencylinder geht in eine Nervenfaser der *Fimbria* über, die Collaterale dagegen steigt, nachdem sie den oberen Theilen des *Stratum oriens* ein oder zwei Aestchen abgegeben hat, durch das *Stratum radiatum* zum *Stratum lacunosum* herauf, wird hier horizontal und gestaltet sich zu einer markhaltigen Nervenfaser desselben; als solche verlaufen dieselben in der Richtung auf das *Subiculum* zu, geben feine Collateralen in das *Stratum radiatum* und *lacunosum* ab und enden mit freien ausgebreiteten Verästelungen, die die aufsteigenden Dendritenbüschel der typischen Pyramiden mit den Riesenpyramiden verbinden. — Untersucht man die bisher beschriebenen Lagen an *Weigert*schen Präparaten, so ergiebt sich nach *S. Ramón*, dass die Markscheiden der Axonen der Pyramidenzellen bei vielen erst im *Stratum oriens* beginnen. Ferner besitzen Myelinhüllen die aufsteigenden Theile der Axonen der Zellen mit aufsteigendem nervösem Fortsatze, ferner der Stamm und die dicken horizontal verlaufenden Aeste der Achsencylinder der Zellen mit horizontalen Axonen. Marklos sind dagegen die feinen Collateralen aller eben genannten Achsencylinder und der dichte Nervenfilz der Pyramidenzone. Von den aufsteigenden Collateralen haben die dicken in der Region der Riesenpyramiden des Ammonshorns vorkommenden *Schaffer*'schen Collateralen Markscheiden, während die feineren der ersten Region des Ammonshornes solcher entbehren.

Soweit *Ramón*, mit dem ich, was den Menschen betrifft, nicht in allem übereinstimme (s. unten). Aber auch bei den Thieren finde ich Abweichungen, indem namentlich in dem cirkumcellulären Geflechte um die Pyramiden herum viele dunkelrandige Elemente sich finden.

B. In der eigentlichen *Zona radiata*, d. h. zwischen der Lage der Pyramiden und dem *Stratum lacunosum* hat bis jetzt nur *S. Ramón* mit Bestimmtheit eine Reihe besonderer Zellen gesehen, von denen übrigens auch *Lugaro* in einer ungefähr gleichzeitig erschienenen Arbeit (l. s. c.) einige wahrgenommen hat. *S. Ramón* unterscheidet 1. Pyramiden, die ausser der Reihe stehen, aber ihren *Neuraxon* in den *Alveus* senden; 2. sternförmige oder dreieckige Zellen, mit reich verzweigten, in der Dicke des *Stratum radiatum* befindlichen Achsencylindern (*Golgi*'sche Zellen II. Ordnung); 3. dreieckige und spindelförmige Zellen mit aufsteigenden Achsencylindern, die im *Stratum lacunosum* mit varikösen, zumeist horizontalen Aesten ausgehen. Eine solche Zelle von Spindelform zeigt die Fig. 782 vom Hunde, deren *Neuraxon* nach beiden Seiten sich verästelte, jedoch wesentlich aufsteigend verlief. 4. Zellen mit absteigendem Axon, der in dem cirkumcellulären Geflechte der Pyramiden endet.

Die Nervenfasern, die dem Bemerkten zufolge im eigentlichen *Stratum radiatum* vorkommen, haben folgende Herkunft:

1. Collateralen der Achsencylinder der Zellen mit aufsteigendem nervösem Fortsatze; 2. feine Aestchen der dicken aufsteigenden Axonen von polymorphen

Fig. 783. Frontalschnitt des Ammonshornes und der *Fascia dentata* eines Kaninchens von 5—6 Wochen. Gez. b. Syst. I. Oc. III. k. Tub. *A Alveus; A*[1] Uebergang desselben in das *Subiculum S; F Fimbria; Fd Fascia dentata; K* Körnerzellen der *Fascia dentata* mit intracellularem Plexus; *KlP* Kleine Pyramiden; *LF* Längsfasern am Ende des Ammonshornes; *M* Molekularlage der *Fascia dentata*: *Mf* Moosfasern; *Pl.Str.rad* Plexus im *Stratum radiatum* des ersten Blattes des Ammonshornes; *PZ* Polymorphe Zellen der *Fascia dentata* mit Plexus der Moosfasern; *RP* Riesenpyramiden; *Strl Stratum lacunosum; Str or Stratum oriens* mit vielen marklosen Faserchen; *Str or*[1] Uebergang des *Stratum oriens* in die Höhle der *Fascia dentata; Str rad*[1] Plexus im *Stratum radiatum* der *Fascia dentata; Strz Stratum zonale* des *Subiculum* markhaltig; *Strz*[1] dieselbe Lage im ersten Blatte des Ammonshornes; *Strz*[2] *Stratum zonale* der *Fascia dentata; ZRP* Zone der Riesenpyramiden in der *Fascia dentata; q* Bündel querdurchschnittener Bündel im *Gyrus hippocampi; tW* tiefe Wurzel des *Alveus*.

Zellen zum *Stratum lacunosum*; 3. Verästelungen der *Golgi*'schen Zellen II. Typus dieser Lage; 4. Verästelungen der feinsten aufsteigenden Collateralen in der oberen Region des Ammonshornes; 5. Collateralen aufsteigender Achsencylinder, die von dem *Alveus* herkommen (*S. Ramón*, Fig. 3, 4, 5).

C. Das *Stratum lacunosum* s. *medullare medium*, das weisse Querblatt des Ammonshornes (Fig. 783 *Strl*) ist eine an Frontalschnitten quer (tangential) verlaufende Schicht von Nervenfasern, die, wie schon im § 190 nachgewiesen wurde, am *Subiculum* beginnt, bis zum Eingange in die Höhle der *Fascia dentata* sich erstreckt und offenbar dem tieferen weissen Streifen der gewöhnlichen Rinde sich vergleichen lässt. Diese Fasern bilden nach *S. Ramón* bei Thieren nur in einer Gegend eine selbständige Schicht und zwar in dem ersten (oberen) Blatte des Ammonshornes bis zur *Fimbria*. In dem zweiten unteren Blatte des Ammonshornes nehmen sie nach demselben Beobachter den Zwischenraum ein, welcher die Lage der Riesenpyramiden von der Schicht der polymorphen Elemente der *Fascia dentata* trennt.

Der Ursprung der Fasern dieser Lage ist nach *S. Ramón* ein mehrfacher:

α) Einen Haupttheil derselben bilden die *Schaffer*'schen Collateralen der Achsencylinder der Riesenpyramiden des zweiten (unteren) Theiles des Ammonshornes. Diese Fasern verästeln sich so, dass oft Eine derselben zwei oder mehr Aestchen der Bündel des *Stratum lacunosum* bildet.

β) Fernerhin sind zu nennen feinste aufsteigende Collateralen aus der Substanz des *Alveus*, die in beiden Theilen des Ammonshornes vorkommen, im unteren Theile aber besonders zahlreich sind, vor allem in der Höhe des *Hilus* der *Fascia dentata*. In dieser Region bilden diese Collateralen keine besondere Faserschicht, sondern erfüllen das ganze *Stratum radiatum*, *lacunosum* und *moleculare* mit einem dichten Gewirre (*S. Ramón*, Fig. 14).

γ) Endfasern, die aus der Substanz des *Alveus* stammen, die schon oben erwähnt wurden (Fig. 3 *b*).

δ) Endverästelungen der Achsencylinder gewisser Zellen des *Alveus* (Fig 8 *a* und Fig. 4 *A*).

ε) Faserenden der Zellen mit aufsteigenden *Neuraxonen* der *Zona radiata*.

ζ) Enden der *Neuraxonen* der Zellen des *Stratum lacunosum* selbst.

Die Nervenzellen des *Stratum lacunosum* sind nach *Ramón* sehr zahlreich, aber schwer zu färben und bilden eine unregelmässige, dem Ammonshorne parallel laufende Lage. Dreieckig oder auch sternförmig von Gestalt haben dieselben auf- und absteigende Dendriten. Letztere gleichen den aufsteigenden Dendriten der Pyramiden in etwas, steigen gerade durch das *Stratum radiatum* herab, durchbrechen die Pyramiden und enden im *Stratum oriens*. Die oberen Dendriten erscheinen mehr wie Wurzeln, treten bald auseinander und enden im *Stratum lacunosum* oder *moleculare*. Die Axonen dieser Zellen entspringen in der Regel seitlich, verlaufen horizontal im *Stratum lacunosum* und enden in demselben mit einer ausgebreiteten Verästelung, den Nervenfasern desselben sich anschliessend. Andere Axonen oder Aeste von solchen enden auch in der Molekularschicht (*Ramón*, Fig. 8). Einzelne Zellen enden mit absteigenden Axonen in der Zone der Pyramiden, wie die früher be-

schriebenen Zellen mit absteigenden nervösen Fortsätzen des *Stratum radiatum*. An den von mir untersuchten Präparaten waren diese Zellen fast alle spindelförmig und tangential gestellt (Fig. 784 *b, c*). Genaueres über die Axonen war nicht zu ermitteln.

D. Die oberflächlichste Lage des Ammonshornes enthält eine an horizontalen Fasern reiche Schicht, das *Stratum zonale mihi (Lamina medullaris involuta, Stratum moleculare* der Autoren), die der oberflächlichen weissen Lage des gewöhnlichen Rindengrau entspricht. In dieser Schichte finden sich ausser den Enden der Spitzenfortsätze der Pyramidenzellen besondere Zellen und markhaltige und marklose Fasern.

Fig. 784.

Die Zellen sind sternförmig und von Spindelgestalt. Die ersteren von *Schaffer* zuerst beobachtet, gehören *Golgi*'s II. Typus an (*Schaffer*, Fig. 11, *Ramón*, Fig. 5 *m n*) und liegen ihre Axonen im *Stratum zonale*. Die Spindelzellen sind ungemein selten, so dass *Ramón* in mehreren 100

Fig. 784. Ein Theil des Ammonshornes des neugeborenen Kaninchens. Gez. b. Syst. III, Oc. I, lg. Tub. *A Alveus; KZ* Körnerzellen; *Pyr* kleine Pyramiden der ersten Abtheilung des Ammonshornes; *Strl Stratum lacunosum; Strm Stratum moleculare* s. *radiatum* der *Fascia dentata; Str.rad Stratum radiatum; a* Zellen des *Stratum moleculare* der *Fascia dentata; b* Zelle an der unteren Grenze des *Stratum lacunosum*; *c* Zellen in den mittleren und oberen Theilen dieser Lage; *d* Zellen im *Stratum zonale*.

Schnitten nur zwei sah (Fig. 4 *j*) und gleichen den pluripolaren Elementen der gewöhnlichen Rinde. Ich fand dieselben bei einem neugeborenen Kaninchen (Fig. 784 *d d*) in mehreren Präparaten.

Die markhaltigen Fasern bilden eine um so dickere Schicht, je mehr man dem *Subiculum* sich nähert (s. Fig. 785), und fliessen hier mit denen des *Stratum lacunosum* zusammen. Dieselben stammen vor allem vom *Subiculum* und zwar 1. von aufsteigenden Achsencylindern dieser Gegend, die denen anderer Hirnregionen entsprechen, und 2. von Enden centripetaler nervöser Fortsätze (*S. Ramón*, Fig. 3 *g*). Dagegen bin ich mit *Ramón* gegen *Schaffer* der Ansicht, dass die Neuraxonen der *Golgi*'schen Zellen II. Typus des *Stratum zonale* marklos sind.

Diesen Schilderungen über den Bau des Ammonshornes reihe ich nun noch einige über das *Subiculum* an, von welchem Theile bis jetzt nur *S. Ramón* ausführlicher gehandelt hat (Z. f. w. Z. Bd. LVI, S. 655—657, Fig. 2).

Das *Subiculum* besitzt die typischen Lagen der gewöhnlichen Rinde mit gewissen Modifikationen.

Das *Stratum zonale* zeigt eine grosse Zahl von markhaltigen relativ dicken Fasern. Diese Fasern stammen von zwei Hauptquellen und zwar a) von aufsteigenden Axonen von Zellen der Pyramidenzellenschicht und b) von Axonen von *Golgi*'schen Zellen des II. Typus, die im *Stratum zonale* und der Lage der kleinen Pyramiden ihren Sitz haben. Die Axonen von a) sind überaus zahlreich und reich verzweigt, auch reichen viele ihrer Ausläufer in weitem horizontalem Zuge bis in das *Stratum zonale* des Ammonshornes und in das weisse Querband (*Stratum lacunosum*) desselben.

Die weisse Substanz des *Subiculum* ist sehr dick und besteht an *Weigert*'schen Präparaten aus zwei Schichten von markhaltigen Fasern. Die tiefere, in der Nähe des Seitenventrikels ist dick, eiförmig oder dreieckig und besteht aus feinen Fasern (*Ramón*, Fig. 3 *H*). Die äussere oberflächlichere Lage, welche vor allem die weisse Substanz dieser Gegend darstellt, geht in das Muldenblatt, *Alveus*, über, ist dünner, halbmondförmig gebogen und besteht aus dicken Röhren, von denen viele aufsteigen, um in verschiedenen Höhen des *Stratum zonale* sich zu verlieren (Fig. 2 *g*). Dieses oberflächliche Bündel nimmt den grössten Theil der Fasern des *Alveus* auf, die von den Axonen der Pyramiden des ersten (dorsalen) Blattes des Ammonshornes abstammen, enthält aber auch nervöse Fasern der Pyramiden des *Subiculum* selbst.

Meine eigenen Erfahrungen über die Pyramidenschicht des Ammonshornes bei Thieren und ihre Unterabtheilungen werden durch die Fig. 778 von der Katze und Fig. 783 vom Kaninchen versinnlicht, in welchen die typischen Pyramiden und einige Riesenpyramiden wiedergegeben sind; dann durch die Fig. 781, welche eine ganze Reihe der typischen Pyramiden darstellt. Ferner sind in der Fig. 780 die Axonen von zwei gewöhnlichen Pyramiden gezeichnet, die z. Th. rückläufige Collateralen abgeben. Endlich enthält die Fig. 782 zwei gewöhnliche Pyramiden vom Hunde, mit den roth dargestellten Axonen, von denen einer einen aufsteigenden Ast abgiebt, und ausserdem eine *Golgi*'sche Zelle des II. Typus mit einem reich verästelten aufsteigenden Axon.

Was das *Stratum lacunosum* und *zonale* (s. *moleculare*) anlangt, so finde ich die Verhältnisse derselben bei jüngeren und älteren Thieren nicht

gleich. Bei Kätzchen von zwei Tagen (Fig. 778) sind die genannten Lagen nicht angedeutet und enthalten sozusagen nur die Enden der Spitzendendriten der Pyramidenzellen und die Ausläufer der Dendriten der Körnerzellen, untermengt mit meist nur spärlichen horizontalen Fasern. Ausgenommen ist nur die Gegend des *Subiculum*, von dem aus ein deutliches *Stratum zonale* und *lacunosum* eine Strecke weit auf das Ammonshorn übergeht (Fig. 778 bei *Str.z.S*). Anders bei älteren Geschöpfen. So zeichnet *Ramón* bei einem Kaninchen von acht Tagen in seiner Fig. 14 bei *d* im *Stratum lacunosum* und *zonale* ein reiches Geflecht von Fasern und ich finde bei Kaninchen von 5—6 Wochen die Verhältnisse, die die Fig. 783 wiedergiebt.

Hier findet sich im *Stratum radiatum* des ersten (dorsalen) Blattes des Ammonshornes ein reicher Plexus von marklosen, theils horizontalen, theils radiär und schief verlaufenden Fäserchen (*Pl.Str.r*), auf den dann im *Stratum lacunosum* (*Strl*) eine dünne Lage tangentialer markhaltiger Fasern mit einzelnen marklosen Fasern untermengt folgt, die, je mehr man dem zweiten ventralen Blatte des Ammonshornes sich nähert, an Mächtigkeit zunimmt, und je länger um so mehr Querschnitte longitudinal verlaufender markhaltiger Fasern zeigt, die in der Gegend, wo die *Fascia dentata* mit ihrem dorsalen Blatte beginnt, mit einer grösseren Anschwellung enden (*LF*). Im *Stratum zonale* selbst bilden vom *Subiculum* an feine horizontale (tangentielle) Fäserchen eine mächtige Lage, die durch die Enden der Dendriten der gewöhnlichen Pyramidenzellen auffallend verstärkt wird. Auch diese Lage endet allem Anscheine nach am Anfange der *Fascia dentata*; doch erstreckt sich um die Spitzendendriten der Riesenpyramiden herum, welche beim Kaninchen im Innern der *Fascia dentata* eine einfache Reihe bilden (s. *Golgi*, Tav. XXII; Fig. 783 *ZRP*), eine breite Zone von Fäserchen von meist tangentiellem Verlaufe, die wie eine Fortsetzung der Fäserchen des *Stratum radiatum* der anderen Gegenden des Ammonshornes bilden. Dieses *Stratum radiatum* der Endplatte des Ammonshornes (*Str.rad*[1]), das vielleicht auch als Vertreterin des *Stratum zonale* und *lacunosum* der anderen Gegenden angesehen werden kann, erstreckt sich bis in den Grund der Höhlung der *Fascia dentata*, geht jedoch nicht auf das ventrale Blatt über. Dasselbe ist übrigens nicht als eine einfache gleichartige Schicht zu denken, vielmehr ziehen durch diese Schicht die Axonen der Körnerzellen, d. h. die Moosfasern, hindurch. Zwischen diesem *Stratum radiatum* und den Körnerzellen befindet sich dann noch eine meist ziemlich deutlich geschiedene Lage, die der polymorphen Zellen der *Fascia dentata* (*PZ*), innerhalb welcher die Axonen der Körnerzellen durch zahlreiche Collateralen den später zu beschreibenden Plexus bilden.

Von dem übrigen Verhalten des Ammonshornes von Kaninchen von dem angegebenen Alter erwähne ich noch folgendes: Das auffallend dicke *Stratum oriens* (*Str.or*) zeigte eine grosse Menge markloser Fasern von meist tangentialem Verlaufe. Auch waren marklose Theile des intracellulären Plexus der Pyramidenzellen zu sehen; dagegen ergaben sich die Fasern des *Alveus* als markhaltig. An der ventralen Grenze des Ammonshornes gegen die *Fascia dentata* zog sich der *Alveus* mit einem pinselförmig ausstrahlenden Fortsatze (*tW*) in die Höhle der *Fascia dentata* hinein und diesem folgte noch eine Strecke weit das *Stratum oriens*. Ueber diesem fanden sich dann die grossen Pyramiden, durchzogen von den Moosfasern.

Untersucht man die bisher beschriebenen Lagen an *Weigert*'schen Präparaten von erwachsenen Geschöpfen, so ergiebt sich folgendes. Markscheiden besitzen:

a) Die Axonen aller Pyramidenzellen;

b) die Axonen der Zellen des Ammonshornes mit aufsteigenden nervösen Fortsätzen;

Fig. 785.

c) das *Stratum zonale* des Ammonshornes und die Fasern des *Stratum lacunosum*;

Fig. 785. Ammonshorn des erwachsenen Kaninchens zur Darstellung der markhaltigen Fasern. Gez. b. Syst. III, Oc. I, k. Tub. *A Alveus; DBl* dorsales Blatt des Ammonshornes oder erstes Blatt; *EBl* Endblatt des Ammonshornes; *F Fimbria; KZ* Körnerzellen; *Pyr* Lage der Pyramidenzellen; *PZ* Lage der polymorphen Zellen; *PZFd* polymorphe Zellen der *Fascia dentata; S Subiculum; Str.lac Stratum lacunosum; Str.rad Stratum radiatum; Str.radF.d Stratum radiatum Fascia dentata; Str zon Stratum zonale; StrzonF.d Stratum zonale Fasciæ dentatæ; StrzonS Stratum zonale Subiculi; TW* tiefe Wurzel des *Alveus; Uh* Unterhorn im *Subiculum; VBl* ventrales oder zweites Blatt des Ammonshornes; *Wb Str lac* Wurzelbündel des *Stratum lacunosum. Weigert.*

d) eine gewisse Zahl Elemente des cirkumcellulären Plexus des Ammonshornes;

e) viele Elemente des *Stratum oriens*;

f) die gesammte Endlamelle des Ammonshornes im Innern der *Fascia dentata*, von der aus ein mächtiges Bündel markhaltiger Fasern dem *Alveus* sich anschliesst.

Marklos sind:

a) Die meisten Elemente des *Stratum radiatum*;

b) viele Theile des cirkumcellulären Geflechtes der Pyramidenzellen;

c) wahrscheinlich viele Elemente des *Stratum zonale*.

§ 192.

Feinster Bau des Ammonshornes und der *Fascia dentata*.

B. *Fascia dentata* der Säuger. Die wesentlichste Eigenthümlichkeit der *Fascia dentata* ist, wie *Ramón* annimmt, die, dass die Neuraxonen ihrer kleinen Pyramiden oder Kornzellen zu den grossen Pyramiden des Ammonshornes in Beziehung stehen und um deren Zellenkörper und Dendriten herum enden. Aus diesem Grunde beschreibe ich auch zuerst diese Elemente.

I. Die Körnerpyramiden oder Körnerzellen (die Körner der früheren Autoren) sind durch *Golgi* zuerst genauer bekannt geworden und haben dann später *Sala, Schaffer* und *S. Ramón* noch mehrere Einzelheiten beigefügt. Diese Körnerzellen unterscheiden sich von den Pyramiden des Ammonshornes selbst, abgesehen von der Grösse, dadurch, dass sie — seltene Ausnahmen abgerechnet, *S. Ramón, ich* — nur aufsteigende oder Spitzendendriten besitzen, die bis zur Oberfläche der weissen oberflächlichen Schicht, dem *Stratum zonale* der *Fascia dentata*, sich erstrecken. An diesen Dendriten beschreiben *S. Ramón* und *Schaffer* einen reichlichen Besatz von Spitzen, doch ist auch hier wiederum bemerkenswerth, dass an den Präparaten und Abbildungen von *Golgi* und *Sala* von einem solchen Dornenbesatz nichts zu sehen ist. Auch ich besitze zahlreiche Präparate, an denen von solchen Anhängen sich nichts findet, und verweise ich mit Bezug auf diese Frage, die physiologisch nicht ohne Bedeutung ist, auf das schon früher bei den *Purkinje*'schen Zellen und bei der Hirnrinde bemerkte und mache nachträglich noch auf eine neue Arbeit von *Semi Meyer* (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 46 S. 282 Taf. X) aufmerksam, in der nachgewiesen wird, dass bei Färbungen der Nervenzellen mit Methylenblau die Dendriten immer glatt sind.

Sehr eigenthümlich sind die Axonen der Körnerzellen. Dieselben bilden in erster Linie zuerst von *Golgi* beschriebene zahlreiche Collateralen (Tab. XXIII), in der Lage der polymorphen Zellen, von welchen dann *Sala* behauptete, dass viele derselben auch rückläufig in die Lage der Körnerzellen eintreten und bis gegen die Oberfläche derselben verlaufen, was jedoch *Ramón*, wie ich finde, mit Recht bestreitet. Diese Collateralen bilden dicht unterhalb der Körnerzellen eine reiche Verflechtung, die an guten *Golgi*'schen Präparaten, wie eine dunklere bogenförmige Zone (Fig. 778 *GA*) bildet, die die Zone der

polymorphen Zellen der *Fascia dentata* und noch weiter einwärts davon gelegene Stellen einnimmt. Zweitens kommen an diesen nervösen Fortsätzen im weiteren Verlaufe, nachdem sie in die Lage der Pyramidenzellen des Endblattes des Ammonshornes eingetreten sind, eigenthümliche Verdickungen vor, die *Sala* zuerst wahrgenommen und als Varikositäten beschrieben hat (l. c. Fig. 9, 1 und 2). *S. Ramón* bestätigte diese Beobachtung und fügt bei, dass aus diesen Anschwellungen nicht selten besondere Auswüchse hervorsprossen, die an diejenigen der von ihm so genannten Moosfasern des *Cerebellum* erinnern, daher er diese Fasern auch so bezeichnet hat, ein Verhalten, das leicht zu bestätigen ist (Fig. 786 *m*).

Das weitere Verhalten der Axonen der Körnerzellen hat offenbar schon *Golgi* theilweise gesehen und in seiner Tafel XX und XXI abgebildet, doch

Fig. 786.

Fig. 786. Aus der *Fascia dentata* einer Katze von drei Tagen nach drei Präparaten naturgetreu gezeichnet bei Syst. V, Oc. I, k. Tub., *Leitz*, und um die Hälfte verkleinert. *D* Zone der Dendriten der Körnerzellen; *EB* Endblatt des Ammonshornes in der Höhlung der *Fascia dentata; K* Zone der Körnerzellen; *P* Lage der polymorphen Zellen; *kk* zwei Körnerzellen mit ihren Dendriten und den Axonen *mm*, die in der Zone der polymorphen Zellen *P* sehr reichliche Seitenästchen tragen, die aber auch weiter im Innern der Höhlung der *Fascia dentata* nicht fehlen. An diesen Axonen, den sogen. Moosfasern und ihren Aesten, die moosartigen Auswüchse von *S. Ramón*. k^1 Ausser der Reihe befindliche Körnerzelle mit einem horizontalen und einem absteigenden Dendritenstamme und einer typischen Moosfaser *m*, die bereits oberhalb der Körner Collateralen abgiebt; *pn* Axon einer abgeschnittenen polymorphen Zelle, deren Endäste reichlich die Körner umstricken.

verdanken wir erst *Sala, Schaffer* und *S. Ramón* Genaueres. Nach *Sala* (Fig. 2) verlaufen diese Fasern nach dem zweiten Blatte des Ammonshornes, bilden nach und nach ein starkes Bündel, welches über den Riesenpyramiden

Fig. 787.

Fig. 787. Ammonshorn und *Fascia dentata* einer jungen Katze. Gez. b. Syst. II, Oc. I; k. Tub. *Golgi*. Buchstaben wie bei Fig. 777, ausserdem: *GA* Geflecht der Axonen der Körnerzellen; *Mf* Moosfasern, Hauptbündel; *Pl ic Plexus intercellularis* der Pyramidenzellen; *Pyr* Pyramidenzellen des dorsalen Blattes des Ammonshornes; *Str.z.S Stratum zonale* des *Subiculum* auf das obere Blatt des *Cornu Ammonis* übergehend; *grPyr* grosse Pyramidenzellen mit ihrer Fortsetzung in die Höhlung der *Fascia dentata; oMf* Moosfasern, oberflächliches Blatt; *pz* polymorphe Zellen des Ammonshornes; *tMf* Moosfasern, tiefes Blatt.

hinzieht, um sich in der Höhe des oberen und medialen Randes der *Fascia dentata* zu theilen und einerseits mit einem unteren Abschnitte in den Fasern des *Alveus* und der *Fimbria* sich zu verlieren, mit einem oberen in die weisse oberflächliche Schicht der *Fascia dentata* und des Ammonshornes sich fortzusetzen. Ein Theil der Körnerzellen gehört übrigens nach *Sala Golgi*'s II. Typus an, wovon *Schaffer, Ramón* und *ich* selbst nichts finden konnten, und vermuthe ich, dass oberflächlich liegende polymorphe Zellen, wie die der Fig. 793 zu Verwechslungen Gelegenheit boten.

Nach *Schaffer* ziehen alle nervösen Fortsätze der Körnerzellen, sobald sie die grossen Pyramiden des *Hilus* erreicht haben, bald über, bald unter diesen weiter, um nach der Region des unter der *Fimbria* gelegenen Theiles des Ammonshornes zu verlaufen, wo dieselben, indem sie sich plötzlich umbiegen, einen länglichen Strang bilden, der über den grossen Pyramiden in einer Gegend liegt, die man vakuolisirt nennen könnte, weil sie an Karmin- und Hämatoxylin-Präparaten wie von zahlreichen hohlen und leeren Räumen durchsetzt erscheint, weshalb diese *Regio suprapyramidalis* von *Honegger* den Namen *Stratum lucidum* erhielt.

S. Ramón's Beobachtungen schliessen sich an diese Erfahrungen von *Schaffer* an und gehen nur in der Beziehung noch weiter, als sie zu lehren scheinen, dass alle Axonen der Körnerzellen, mit anderen Worten deren Endigungen, die moosartigen Fasern, um die Körper der grossen Pyramiden und um ihre Dendriten herum frei enden, indem sie ein netzartiges Geflecht erzeugen, das sich bis in die Höhe der *Fimbria* erstreckt und scharf abgeschnitten beim Beginne der kleinen Pyramiden oder der oberen Gegend des Ammonshornes endet, an welchem Punkte beinahe alle Moosfasern einen longitudinalen Verlauf annehmen.

Das von den genannten Moosfasern gebildete Geflecht ist, wie *Ramón* beschreibt, so geartet, dass diese Fasern in die Aushöhlungen zwischen den Auswüchsen und Dornen der Riesenpyramiden sich legen, indem namentlich die Auswüchse der Moosfasern an diesen Berührungen sich betheiligen. Das Längsbündel, in das die Moosfasern schliesslich übergehen, durchzieht nach *Ramón* die ganze Länge des Ammonshornes und stellt die eigentliche Endigung der Axonen der Körnerzellen dar. Diese sind in ihrem ganzen Verlaufe marklos und bilden ein besonderes Associationssystem, das die Körner der *Fascia dentata* und die Riesenpyramiden vereint.

Meine Erfahrungen über die Axonen der Körnerzellen stimmen im Wesentlichen mit den Beobachtungen von *Ramón* überein (Fig. 783, 786, 787) und kann ich fast alles, was er über die Collateralen dieser Fortsätze und über das weitere Verhalten derselben angiebt, unterschreiben. Immerhin möchte ich folgendes hervorheben: Erstens halte ich die Dornen an den Riesenpyramiden für Kunstprodukte, wie überhaupt alle solche Anhänge von Dendriten (s. oben) und kann daher auf alle Fälle von einem Aufeinanderwirken von Moosfasern und Dornen keine Rede sein. Zweitens finde ich die moosähnlichen Anhänge genau so, wie *Ramón* sie schildert, nur habe ich zu bemerken, 1. dass einzelne derselben schon in den ersten Abschnitten der Körnerzellenaxonen auftreten (Fig. 786), d. h. schon im Bereiche der Lage der polymorphen Zellen, in einer Schicht, in

der von einer Einwirkung derselben auf Riesenpyramiden keine Rede sein kann; 2. ist die Menge der moosähnlichen Anhänge in der Gegend der Riesenpyramiden eine sehr wechselnde. Oft findet man hier eine grössere Anzahl derselben, so dass an einer Faser in kürzeren Intervallen 6—7 solche vorkommen, oft aber fehlen dieselben auch auf grösseren Strecken ganz und gar. 3. Habe ich bei erwachsenen Geschöpfen die Moosfasern in gewissen Fällen nicht als ausgeprägte sternförmige Auswüchse oder Anhänge wie in der Fig. 786, sondern einfach als knotige Verdickungen wie Varikositäten gesehen, während dieselben allerdings in anderen Präparaten auch als echte Moosfasern vorhanden waren; 4. endlich muss ich hervorheben, dass ich solche moosartigen Anhänge in gewissen Fällen auch an anderen marklosen Nervenfasern beobachtete, wie z. B. beim Kaninchen in einem Falle an denen des Daches des Unterhornes, sodass es schien, dass dieselben ebenfalls, wie die dornigen Anhänge der Dendriten, durch die *Golgi*'sche Methode erzeugte Niederschläge seien. Aus allen diesen Gründen ist es mir daher zweifelhaft geworden, ob diese eigenthümlichen Anhänge wirklich die Bedeutung besitzen, die *S. Ramón* denselben zuschreibt und ist meiner Auffassung zufolge eine Einwirkung der Körnerzellenaxonen auf die Riesenpyramiden denkbar, ohne die moosartigen Anhänge zu Hilfe zu nehmen.

Wenn *S. Ramón* ferner von einem netzartigen Geflechte der Moosfasern spricht, so ist dies nicht wörtlich zu verstehen. Im Allgemeinen bilden die Moosfasern im Innern der Höhlung der *Fascia dentata* eine pinselförmige Ausbreitung oder treten — mit anderen Worten gesagt — wie radienartig gegen den *Hilus* dieser Höhlung in ein starkes Bündel zusammen, in dem häufig kleinere Faserbündelchen zu unterscheiden sind. Hierbei zeigen diese Fasern oft einen unregelmässigen, wellenförmigen Verlauf mit grösseren oder kleineren Ausbuchtungen, jedoch keinerlei Anordnung, die mit einem Netzwerke zu vergleichen wäre, wenn man nicht ihr Verhalten zu den Dendriten der Riesenpyramiden und den Zellenkörpern dieser, welche Theile von den Moosfasern durchzogen und umgeben werden, so bezeichnen will.

Was das Ende der Moosfasern betrifft, so ist aus der Beschreibung weder von *Ramón*, noch von *Schaffer* und *Sala* zu entnehmen, wie diese Autoren dasselbe sich denken. Dass die Moosfasern in der Gegend der *Fimbria* sich umbiegen und einen longitudinalen Strang bilden, wie *Schaffer* will und auch *Ramón* meldet, der diesen Strang als stark und von halbmondförmigem Querschnitte schildert und in der ganzen Länge des Ammonshornes sich erstrecken lässt, habe ich nicht zu bestätigen vermocht. Nach meinen Erfahrungen enden die Moosfasern in allen Theilen ihres Verlaufes einmal mit Collateralen, die ein- oder mehrfach gabelig getheilt, oft moosähnliche Anhänge tragen, oder von solchen ausgehen; zweitens finden sich an denselben auch freie letzte Enden von ähnlicher Beschaffenheit, wobei die Moosfasern, die auffallend starke Fasern sind, in ihrem Verlaufe an Menge abnehmen (Fig. 787, 789). Was von denselben noch bis in die Gegend der *Fimbria* gelangt, endet dort frei scheinbar mit Umbiegungen, dagegen vermochte ich von einem aus diesen sich bildenden Längsbündel nichts wahrzunehmen, bin vielmehr der Meinung, dass diese sich umbiegenden und verschiedentlich geschlängelt verlaufenden Fäserchen nichts anderes als letzte Endigungen sind. Wenn nach *Ramón*, wie auch ich zum Theil annehme, die Axonen der Körnerzellen auf die Riesenpyramiden einwirken, so ist

die Annahme eines Längsbündels solcher Axonen ganz überflüssig, da ja in jedem Querschnitte des Ammonshornes und der *Fascia dentata* hinreichend genug Körneraxonen da sind, um alle Riesenpyramiden zu versorgen.

S. Ramón nimmt an, dass die Moosfasern marklos sind. Ich gestehe, dass ich im Anfange dieser Annahme nichts weniger als geneigt war, um so mehr, als einerseits *Ramón* keinerlei Beweise für dieselbe beibringt und andererseits die auffallende Stärke der Moosfasern und ihr langer Verlauf sie den markhaltigen Fasern gleichstellt. Nachdem ich aber bei einem Kinde von 1 1/2 Jahren, beim Kalbe, Ochsen und beim erwachsenen Kaninchen an *Golgi*'schen Präparaten, bei denen der *Alveus*, das *Stratum zonale* und *lacunosum* als markhaltig nicht gefärbt waren, die Moosfasern ungemein schön entwickelt vorgefunden hatte, musste ich mir doch sagen, dass diese Elemente marklos sind und bleiben.

Was nun den Verlauf der Körnerzellenaxonen betrifft, so geben die Figg. 783, 787, 789, was ich bei der Katze, dem Kaninchen und dem Menschen gefunden und damit stimmen auch im Wesentlichen meine Erfahrungen beim Kalbe überein. Die betreffenden Axonen theilen sich, nachdem sie aus der Höhlung der *Fascia dentata* herausgetreten sind, in zwei Bündel, ein tiefes und ein oberflächliches. Das tiefe (*tMf* Fig. 787) zieht auf die Dendritenstämme der Riesenpyramiden zu und verliert sich dann in einer nicht ermittelten Weise, nachdem es vorher ein beim Menschen sehr starkes Fascikel an das oberflächliche Bündel abgegeben hat (Fig. 789 *m*). Das oberflächliche Bündel (Fig. 787 *Mf'*; Fig. 789 *oMf*) zieht durch die Gegend der polymorphen Zellen, oberflächlicher als die basalen Dendriten der Pyramiden des Ammonshornes gelegen, weiter und verliert sich dann in den tiefen Theilen des *Alveus*, dessen Fasern in keinem *Golgi*-Präparate durchweg gefärbt waren. Diesen Wahrnehmungen zufolge scheint es doch, dass *Sala* Recht hat, wenn er einen Theil der Körnerzellenaxonen in den *Alveus* und die *Fimbria* übergehen lässt.

II. Die Lage der polymorphen Zellen der *Fascia dentata* stösst nach oben an die Schicht der Körnerzellen und nach unten an den Theil, den ich Endblatt des Ammonshornes genannt habe. Dieser Theil besteht beim Kaninchen im dorsalen Abschnitte der *Fascia dentata* aus einer oberflächlichen breiten Zone, dem *Stratum moleculare* von *Ramón* (l. c. Fig. 14 *D*) und aus einem inneren Kerne, aus dem das Bündel der Moosfasern heraustritt. Ventral von diesem Bündel folgt dann auf einer kleinen Strecke der letzte Ausläufer des *Stratum oriens* und zuletzt das markhaltige Bündel, das ich die tiefe Wurzel des *Alveus* genannt habe, das aus den Axonen der Pyramidenzellen im Innern der *Fascia dentata* sich zusammensetzt (Fig. 783 vom Kaninchen).

S. Ramón theilt die Lage der polymorphen Zellen der *Fascia dentata* in mehrere Unterzonen, auf die wir nicht weiter eingehen, da dieselben doch nicht gut begrenzt sind und wollen wir daher nur die verschiedenen Zellenformen besprechen, die in der Lage vorkommen. Es sind dreierlei.

1. Zellen mit aufsteigenden Neuraxonen (Fig. 786 *pm*, 793, 794 *Pz*). Dieselben finden sich in der oberflächlichen und mittleren Zone der betreffenden Lage. Dieselben entsprechen den Zellen des Ammonshornes, die den cirkumcellulären Plexus um die Pyramidenzellen bilden (s. oben) und zeigen zwei

Varietäten. Die oberflächlichen sind Pyramiden, die in der Form denen des Ammonshornes gleichen. Ihr aufsteigender Dendritenstamm dringt durch die Körnerzellen hindurch und breitet sich mit einigen Aesten pinselförmig in der Molekularzone der *Fascia dentata* aus. Die absteigenden Dendriten bilden mit 3—5 Aesten eine Wurzelausbreitung in den oberflächlichen und mittleren Zonen dieser Lage. Die Axonen dieser Pyramidenzellen entspringen meist von dem radiären Dendritenstamme, durchsetzen die Schicht der Körner, biegen sich oberhalb derselben bogenförmig um und verlaufen auf lange Strecken horizontal, indem sie sich über den Körnern und mit absteigenden Aesten zwischen den oberflächlichen Theilen der letzteren verästeln und so einen supra- und einen intragranulären Plexus bilden (*Ramón*).

Tiefer gelegene Zellen mit aufsteigenden Axonen sind rundlich oder polymorph, auch wohl pyramidenförmig (s. Fig. 789 die mit *p* bezeichnete Zelle und eine zweite rechts davon gelegene Zelle ohne Bezeichnung). Ihre Dendriten gehen nicht aus der Zone der polymorphen Zellen heraus, während ihre Axonen vor allem in der Körnerzone sich verästeln und den tieferen Theil des intragranulären Plexus bilden, z. Th. auch in der Molekularzone sich verästeln.

2. Zellen mit absteigenden Achsencylindern sind häufiger in den mittleren und tieferen Theilen der Lage der polymorphen Zellen als in der oberflächlichen Schicht und gehören offenbar zu den Pyramidenzellen des im Innern der *Fascia dentata* gelegenen Endblattes des Ammonshornes. Dieselben sind sternförmig und spindelförmig, die ersteren mit dornigen, die letzteren mit glatten Dendriten. Die Axonen dringen durch die Lage der Pyramidenzellen des Ammonshornes durch und enden mit einer markhaltigen Faser des *Alveus*.

3. Zellen von *Golgi*'s II. Typus finden sich in der Lage der polymorphen Zellen ebenfalls oft mit sehr reichen Verästelungen, die manchmal durch die Körner hindurch bis in die Molekularlage eindringen.

III. Oberflächliche weisse oder Molekularlage der *Fascia dentata*, das *Stratum zonale* derselben mit Inbegriff der Gegend, die von den Dendriten der Körnerzellen, dem *Stratum radiatum granulorum mihi* eingenommen wird. Diese Lage besteht aus zahlreichen tangentiell verlaufenden markhaltigen Nervenfasern, unter denen oberflächliche und tiefe, dicht über den Körpern der Körnerzellen gelegene zu unterscheiden sind, ferner aus den Enden der Dendriten der Körnerzellen und aus einer gewissen Zahl besonderer Zellen. Letztere zerfallen:

a) in den Körnerzellen ähnliche Bildungen, die *Ramón* „*granos dislocados*“, ausser der Reihe stehende Körnerzellen nennt (Fig. 786 k^1) und

b) in Zellen von *Golgi*'s II. Typus, die in oberflächlichere und tiefe zerfallen, von denen die letzteren grösser sind (*Ramón* Fig. 9 *s*; in Fig. 784 die Zellen *a*).

Die Nervenfasern der oberflächlichen weissen Schicht oder des *Stratum zonale* der *Fascia dentata* stammen einmal von den Endigungen vieler Zellen von *Golgi*'s II. Typus ab, die sicher nicht markhaltig sind, zweitens von den Enden der Neuraxonen der Zellen mit aufsteigendem Achsencylinder. Ausser diesen Fasern gelangen zur *Fascia dentata* auch noch Collateralen und Endigungen von Fasern der weissen Schicht des *Alveus* (*Ramón* Fig. 14), die beide markhaltg sind und von denen die letzteren namentlich die wichtige Bedeutung

von centripetalen Fasern haben. Von den aufsteigenden Achsencylindern der Zone mit polymorphen Zellen nimmt *Ramón* an, dass dieselben Markscheiden besitzen, ebenso wie viele ihrer horizontalen Zweige, welche das supragranuläre Geflecht bilden und diejenigen, die in der Molekularlage enden. Auch von den Axonen der grösseren Zellen von *Golgi's* II. Typus der oberflächlichen weissen Schicht behauptet *Ramón*, dass dieselben markhaltig seien, ohne jedoch hierfür einen bestimmten Beweis zu erbringen. Markhaltig sind auch die absteigenden Achsencylinder der *Fascia dentata* mit Ausnahme derer der Körnerzellen.

Soweit *S. Ramón*. Ich kann viele seiner Angaben für das Kaninchen, die Katze und Maus bestätigen und verweise zum Belege dessen auf Figg. 783, 784, 786 von Thieren und die Figg. 789, 793, 794 vom Menschen.

Was die Frage anlangt, welche von den Fasern der *Fascia dentata* Markscheiden besitzen, welche nicht, so bin ich mit *S. Ramón* der Ansicht, dass markhaltig sind die Fasern des supra- und intragranulären Geflechtes und die Mehrzahl der horizontalen Fasern der supragranulären Zone und des *Stratum zonale*, marklos dagegen vor allem die Axonen der Körnerzellen mit allen ihren Ausläufern (s. Fig. 785).

§ 193.

Ammonshorn und *Fascia dentata* des Menschen.

Ueber die feineren Verhältnisse des Ammonshornes beim Menschen, über welche noch keine Untersuchungen vorliegen, ermittelte ich Folgendes:

Ein Blick auf die Fig. 789 lehrt, in welcher eigenthümlichen Weise die Zellen des Ammonshornes hier angeordnet sind. Im ganzen ventralen ersten Blatte desselben stehen die Pyramidenzellen in der ganzen Breite der grauen Substanz vom *Alveus* und einer nicht scharf zu begrenzenden Lage von polymorphen Zellen bis zum weissen Querbande oder dem *Stratum lacunosum* in gedrängten Reihen mindestens zu 20—25 Zellen hintereinander und bilden eine Lage von 1,0 — 1,2 mm Dicke. In dem dorsalen Blatte des Ammonshornes verschmälert sich dann die Lage der Pyramidenzellen nach und nach und geht von einer Dicke von 1,2 mm, die dieselbe anfangs besass, auf 0,54 mm und schliesslich auf 0,48—0,32 mm herunter, welche Zahl die geringste Dicke ist, die ich beim Menschen mass. Auch hier sind immer noch 7—10 Pyramiden in den einzelnen Reihen zu finden, doch stehen dieselben dichter gedrängt, als an den anderen Orten. Gegen die Höhlung der *Fascia dentata* zu verdickt sich dann die Pyramidenlage wieder auf 1,0 mm und erfüllt mit Andeutung einer radiären Anordnung die ganze Endplatte des Ammonshornes so, dass die Pyramiden wie bogenförmig um die von mir sogenannte ventrale oder tiefe Wurzel des *Alveus* herumstehen, aber auch in Menge in dieser Wurzel selbst besonders in ihrem dorsalen Theile zu finden sind.

Was die Gestalt der Pyramidenzellen und ihre sonstigen Verhältnisse anlangt, so habe ich an *Golgi*'schen Präparaten eines acht Monate alten Embryo und eines $1^1/_2$ Jahre alten Kindes recht genügende Anschauungen gewonnen und giebt einmal die Fig. 789 ein Gesammtbild derselben und sind ferner in

der Fig. 790 eine Gruppe von solchen Zellen aus dem ventralen Blatte und in der Fig. 791 zwei Riesenpyramiden dargestellt. Da übrigens an solchen

Fig. 788.

Fig. 788. Die *Fascia dentata* und die angrenzenden Theile des Ammonshornes. Bei 30 : 1 gezeichnet und 20 mal vergrössert ausgeführt *Weigert*. Buchstaben wie in Fig. 83. Ausserdem: *GrPyr* grosse Pyramidenzellen mit ihrer Fortsetzung in die Höhlung der *Fascia dentata*; *Pyr* Pyramidenzellen des dorsalen Blattes des Ammonshornes; *tW*[1] Ursprung der Faserung der tiefen Wurzel des *Alveus* von den Zellen *KZ* der *Fascia dentata*. Roth alle Pyramidenzellen und alle Zellen der *Fascia dentata*.

Fig. 789.

Fig. 789. *Fascia dentata* und angrenzende Theile des Ammonshornes von einem acht Monate alten menschlichen Embryo. *Golgi*. Gez. bei Syst. I. Oc. I, k. Tub. Naturgetreu nach mehreren Präparaten dargestellt. Buchstaben wie bei Fig. 777 und 789. Ausserdem: *Mf* Moosfasern, Hauptbündel; *Mf*[1] Moosfasern, Nebenbündel; *a* Zelle mit aufsteigendem Achsencylinder; *p* polymorphe Zelle der *Fascia dentata*.

Präparaten niemals alle vorhandenen Zellen zur Anschauung kommen, so giebt auch die Fig. 789 nirgends vollkommene Darstellungen, immerhin sind an manchen Stellen auch Pyramiden aus den oberen Lagen der grauen Substanz des Ammonshornes oder der *Lamina grisea circumvoluta* dargestellt. Die Axonen der Pyramidenzellen zeigen die von den Thieren her bekannten Verhältnisse und mache ich namentlich auf die rückläufigen oder aufsteigenden Aeste der Riesenpyramiden aufmerksam (Fig. 791).

Von sonstigen Zellen des Ammonshornes kamen mir zu Gesicht:

a) Zellen mit aufsteigendem Achsencylinder, von denen die der Fig. 792 dadurch Beachtung verdient, dass ihr Axon einen langen absteigenden Ast besass,

Fig. 790.

der in der Richtung auf die Lage der polymorphen Zellen verlief, ohne dieselbe zu erreichen.

b) Im *Stratum oriens* horizontal liegende Zellen von Spindelform mit horizontalem Axon.

Ganz eigenthümliche Formen zeigen die Pyramidenzellen der Endplatte des Ammonshornes in der Bucht der *Fascia dentata*. Am Anfange noch von typischer Form (Fig. 790) werden dieselben bald ganz unregelmässig, dreieckig, sternförmig, spindelförmig und stehen auch oft so nahe an den Körnerzellen,

Fig. 790. Pyramidenzellen eines menschlichen Embryo von acht Monaten aus dem zweiten Blatte des Ammonshornes. Gez. bei Syst. IV, Oc. III, lg. Tub. und um 1/3 verkleinert. Axonen roth, einer mit einem aufsteigenden Aste.

dass man nicht weiss, soll man diese zur Lage der polymorphen Zellen der *Fascia dentata* oder zum Ammonshorne rechnen.

Die *Fascia dentata* des Menschen zeigt, abgesehen von ihren eigenthümlichen Krümmungen und ihrer Dicke, wesentlich dasselbe wie bei Thieren. Was die Dicke der Körnerzellenlage anlangt, so fand ich dieselbe beim Erwachsenen an den meisten Stellen von 0,10 mm. Am dicksten war der dorsale mediale Anfang der Lage, der 0,37 mm betrug und einen annähernd dreieckigen Zellenhaufen bildete, ferner die Umbiegungsstelle des dorsalen in das ventrale Blatt, die auch 0,26 mm mass. Am dünnsten war die Mitte des ventralen Blattes, die nur 0,054 mm betrug. An den dünnsten Stellen standen die Körner immer noch in 3—4 Reihen, während dieselben an den dickeren und dicksten Stellen 6—8—10 Reihen und mehr bildeten. Bei dem acht Monate alten Embryo gelang es mir, nicht nur die Körnerzellen mit ihren Dendriten, sondern auch die Axonen derselben mit ihren zahlreichen Collateralen und ihren Uebergang in zierliche, denen der Thiere ganz gleiche Moosfasern zu beobachten, bei denen auch hier der ganz gleiche Verlauf in der Richtung auf die Riesenpyramiden zu und durch dieselben hindurch und an der Alveusseite derselben sich verfolgen liess. Ebenso fand ich beim Menschen die Zellen der polymorphen Schicht von demselben Verhalten wie bei Thieren. Die Figg. 793, 794 stellen solche Zellen mit aufsteigendem Axon dar, welche die Betheiligung ihrer Axonen an der Bildung des intra- und supragranulären Plexus zeigen. Ein solcher Axon ohne die betreffende Zelle ist auch in der Fig. 786 zu sehen. Alle drei Figuren lehren, dass diese Plexus viel unregelmässiger sind, als *S. Ramón* sie darstellt.

Fig. 791.

Fig. 791. Zwei Riesenpyramiden aus dem Ammonshorne eines menschlichen Embryo von acht Monaten. Gez. bei Syst. III, Oc. III, k. Tub. und um die Hälfte verkleinert Die Rauhigkeiten des inneren Dendritenstammes sind nicht gut ausgedrückt. *n* Axon; n^1 aufsteigender Ast desselben.

Von *Faserbildungen* kamen mir bei dem acht Monate alten Embryo folgende zu Gesicht (Fig. 789).

1. Im *Stratum lacunosum* horizontal und quer durchschnittene Fäserchen, den beiden Lagen der Erwachsenen entsprechend (*Str. l.*).

2. Im *Stratum zonale* tangentiell verlaufende Fasern (*t. F.*).

3. Im *Stratum oriens* zahlreiche z. Th. tangential, z. Th. in verschiedenen anderen Richtungen verlaufende Fäserchen.

4. Im *Stratum radiatum Cornu Ammonis* eine gewisse Zahl radiärer, schief und tangential verlaufender Elemente.

5. Im *Stratum radiatum granulorum* (*Str. rad. gr.*) sehr gut entwickelte tangential verlaufende Fasern, die diese Lage in ihrer ganzen Breite durchsetzten und von den Fasern des *Stratum zonale* des Ammonshornes nicht geschieden waren.

Vergleicht man nun mit diesen Ergebnissen dasjenige, was *Weigert*'sche Präparate vom Erwachsenen (Fig. 777) lehren, so ergiebt sich folgendes: Geht man vom *Gyrus hippocampi* und vom *Subiculum* aus, so findet man an Frontalschnitten, dass das dicke *Stratum zonale* dieser Theile wesentlich aus

Fig. 792.

Fig. 792. Zelle mit aufsteigendem Axon aus dem Ammonshorne eines menschlichen Embryo von acht Monaten. An dem Axon ein langer absteigender Ast. Gez. bei Syst. III, Oc. III, k. Tub. und um 1/3 verkleinert.

aufsteigenden und aus Querschnitten longitudinal verlaufender Theile, untermengt mit einer gewissen Zahl tangentialer Fasern besteht. Erstere kommen aus der weissen Markmasse des *Gyrus* und ziehen z. Th. in Bündeln, z. Th. mehr vereinzelt durch die Lage der grossen und kleinen Pyramiden bis zum *Stratum zonale* empor und kenne ich keine andere Rindengegend, in welcher so zahlreiche dickere und dünnere Fasern von der Marksubstanz aus direkt in die oberflächliche weisse Schicht übergehen. Gegen den Anfang des ventralen Blattes des Ammonshornes werden diese zur Oberfläche dringenden Markfasern nach und nach spärlicher, verlieren sich aber nicht ganz und sind in der ganzen Länge des Muldenblattes (*Alveus*) wahrzunehmen, nur enden diese Fasern hier vorwiegend im *Stratum lacunosum* und auch im *Stratum radiatum* und dringen nur theilweise bis in das *Stratum zonale*.

Im Ammonshorne selbst findet man im *Stratum oriens* und in der mächtigen von den Pyramiden eingenommenen Schicht — ein *Stratum radiatum* fehlt hier wegen der in vielen Lagen übereinander gehäuften Pyramiden fast ganz — überall markhaltige Fasern. Im *Stratum oriens* verlaufen dieselben wesentlich tangential und bilden eine um so mächtigere Schicht, je mehr man dem zweiten dorsalen Blatte des Ammonshornes sich nähert. Gegen das mediale Ende dieses Blattes treten dann nach und nach aufsteigende Fasern auf, die in schiefem und z. Th. geradem Verlaufe gegen das *Stratum lacunosum* hinziehen und in eine tiefere Lage desselben eintreten. Die Fasern des *Stratum lacunosum* bilden beim Erwachsenen im ganzen Ammonshorne eine besondere Schicht (Fig. 777), die aus tangentialen und longitudinalen Fasern besteht. Im ersten ventralen Blatte des Ammonshornes sind beiderlei Elemente spärlicher und untereinander gemengt; im zweiten dorsalen Blatte desselben scheidet sich diese Schicht, indem sie an Dicke zunimmt, immer mehr in zwei Lagen, eine tiefere mit tangential verlaufenden Fasern und in eine oberflächliche aus

Fig. 793.

Fig. 793. Eine Zelle der polymorphen Schicht der *Fascia dentata* eines Kindes von $1^1/_2$ Jahren. Gez. bei Syst. V, Oc. I, k. Tub. *K* Lage der Körner; *k* ein Korn angedeutet; *n* Axon in der Gegend der Körnerlage aufsteigend verästelt von einer Zelle *p* der polymorphen Schicht abstammend.

Querschnitten longitudinal dahinziehender Elemente bestehend. Die oberflächliche Lamelle von Querschnitten wird gegen den Anfang des dorsalen Blattes der *Fascia dentata* dicker, krümmt sich schliesslich um das freie mediale Ende desselben herum und endet mit einer stärkeren Anschwellung bei L.

Die tiefere Lamelle von tangentialen Fasern steht in derselben Gegend durch pinselförmig auseinandertretende Elemente, von denen ich nur bei *Sala* in seiner Fig. 1 bei *c* und bei *S. Ramón* in Fig. 2 entsprechende Abbildungen vom Kaninchen finde, mit dem *Alveus* und der *Fimbria* in Verbindung.

Abgesehen von dieser Stelle, in welcher die ganze graue Lage des Ammonshornes des Menschen von zahlreichen markhaltigen Fasern durchzogen wird, enthält diese dem *Stratum radiatum* der Thiere entsprechende Schicht nur spärlichere, meist senkrecht, z. Th. auch schief und tangential verlaufende markhaltige Elemente, die ich z. Th. als aufsteigende Axonen von Zellen von *Golgi*'s II. Typus (Fig. 792) deute, z. Th. als Collateralen von Axonen von Pyramidenzellen und *Alveus*-Fasern. Vor allem aber möchten unter diesen Fasern centripetale, vom Muldenblatte aus herkommende sensible Elemente enthalten sein.

Fig. 794.

Mit der erwähnten Lage von longitudinal verlaufenden oberflächlichen Fasern des *Stratum lacunosum* steht dann das *Stratum zonale* des Ammonshornes in mehr weniger nahem Zusammenhange. Dieses *Stratum zonale* ist

Fig. 794. Polymorphe Zelle aus dem Ammonshorne eines menschlichen Embryo von acht Monaten. Gez. bei Syst. V, Oc. III, k. Tub. und um die Hälfte verkleinert. *K* Dendritenschicht der Körnerlage; *k* eine Körnerzelle in Umrissen mit Moosfaser *m*; *p* polymorphe Zelle, deren Axon *n* in der granulären Schicht, in der polymorphen Zone und bis zur Oberfläche der Dendritenlage sich verästelt.

seinerseits wieder in so inniger Verbindung mit dem *Stratum zonale* der *Fascia dentata*, dass ein Auseinanderhalten beider Theile in der Regel nicht möglich ist, ausser da, wo die *Fascia dentata* an ihrer freien Fläche ein selbständiges *Stratum zonale* besitzt. Das gemeinschaftliche *Stratum zonale* des Ammonshornes und der *Fascia dentata* besteht aus einer mächtigen Lage gröberer und feinerer meist tangentialer Fasern und steht durch einen Abschnitt mit spärlicheren Fasern mit dem *Stratum lacunosum* in Verbindung. Nach der Seite der *Fascia dentata* folgt auf das *Stratum zonale* eine an tangentialen Fasern ärmere, z. Th. derselben fast ganz entbehrende Lage, worauf dann zwischen den Körnerzellen wieder eine gewisse Zahl markhaltiger, unregelmässig verlaufender Fäserchen auftritt, die ich als Theile des intragranulären und supragranulären *Plexus* der Körnerzellen ansehe (s. oben S. 761). In der Aushöhlung der *Fascia dentata* finden sich überall markhaltige Fasern in Menge und von verschiedenem Verlaufe. Doch konvergiren die grosse Mehrzahl derselben in der Richtung auf das Bündel, das ich als tiefe Wurzel des *Alveus* bezeichnete, und sind Axonen der in der Höhlung der *Fascia dentata* gelegenen Pyramidenzellen.

§ 194.

Striae longitudinales des Balkens.

Die *Striae longitudinales* des Balkens zerfallen in zwei Theile, die *Striae mediales* und die *Striae laterales*. Beide diese Theile gehen aus dem äusseren embryonalen Randbogen oberhalb des Balkens hervor (*P. Martin*) und sind demzufolge Theile der medialen Hirnwand, die bei dem Hervorwachsen des Balkens gewissermassen von demselben mitgenommen werden und vom *Gyrus fornicatus* sich abzweigen. Die *Striae mediales* (*Striae albae Lancisii, Nervi Lancisii*) sind doppelte Streifen, von denen jeder am Balkenwulste sich verdickend durch die sogenannte *Fasciola cinerea* in die *Fascia dentata* übergeht, während das vordere Ende dieser *Striae* um das Knie des Balkens herumzieht und neben dem *Pedunculus corporis callosi* in die *Pedunculi septi pellucidi* ausläuft. Die *Striae laterales* s. *Taeniae tectae* liegen auf dem vom *Gyrus fornicatus* bedeckten Theile des Balkens in den *Sinus corporis callosi* und enden schon vor dem Balkenknie, während dieselben am hinteren Ende in den *Gyrus hippocampi* sich fortsetzen (*Honegger* 313).

Ueber den feineren Bau der *Striae mediales* verdanken wir die ersten genaueren Untersuchungen *Golgi*, nachdem allerdings, wie er selbst hervorhebt (S. 119), bereits *Valentin* in dem *Indusium griseum corporis callosi* Nervenzellen gefunden hatte (Neurologie S. 244), welche Angaben auch von *Jastrowitz* (Arch. f. Psych. Bd. III 1871) bestätigt worden waren. *Golgi* gelang es leider nicht, mit seinen Methoden die Zellen der *Stria medialis* zu färben und so beschränkt er sich auf eine allgemeine Darstellung der Lagerung und Grösse der betreffenden Elemente beim Menschen (Taf. XXIV Fig. 4 und 5). Neben denselben fand sich in den meisten Gegenden ein oberflächliches und ein tiefes Lager von längsverlaufenden Nervenfasern, welche die graue Substanz zwischen sich fassten und in der Mitte zwischen beiden Striae untereinander zusammenhingen. Abweichungen von diesem Verhalten waren in den verschiedenen Gegenden der Stria zu beobachten. So fand sich in der Mitte des Balkens die graue

Substanz nicht von Nervenfasern bedeckt, während gegen das Knie und den Wulst zu diese Elemente je länger um so mehr an Menge zunehmen.

Die Nervenfasern an der lateralen Seite der *Stria medialis* (*Golgi* Fig. 4*bb*) zeigen auch wechselnde Verhältnisse. Manchmal erscheinen dieselben in Form eines besonderen, von blossem Auge sichtbaren Längsstreifens, während andere Male die Fasern der mittleren Stria einfach verdünnt lateralwärts sich verlieren.

Mit Bezug auf den Uebergang der *Stria medialis* in die *Fascia dentata* bemerkt *Golgi*, dass nicht in allen Fällen ein unmittelbarer Uebergang der beiden Theile ineinander wahrzunehmen sei und dass wo derselbe am deutlichsten erscheine, das Bindeglied nie mehr als eine zarte, nur unter dem Mikroskope sichtbare Lage darstelle.

Golgi hat die *Stria medialis* auch bei einigen Säugern untersucht. Von zwei Affen zeigte *Macacus cynomolgus* die grösste, von ihm beobachtete Entwicklung der Striae und betrugen dieselben in der Mitte des Balkens 1,0 mm in der Breite und 0,35 mm in der Höhe, zeigten auch eine grosse Anzahl von Zellen und Nervenfasern (§ 119). Ausserdem war auch eine starke feinfaserige *Stria lateralis* da. Auf der anderen Seite besass *Cynocephalus babuin* eine ganz unentwickelte Stria. Beim Pferde und Ochsen sind die *Striae mediales* sehr ausgesprochen und gleichen deutlich ausgeprägten Hirnwindungen. Beim Hunde dagegen sind die Striae unter dem *Gyrus fornicatus* gelegen und klein.

Nach *Golgi* erwähne ich *Henle*, der Nervenlehre (S. 316 Fig. 218) einige Mittheilungen über den Bau des Anfanges der *Fascia dentata*, d. h. der *Fasciola cinerea* bringt. Dieselbe beginne auf der oberen Seite des Balkens als ein plattes Längsbündel von 0,25 mm Mächtigkeit, werde aber schon an der unteren Fläche des *Splenium* zu einem 1,0 mm hohen Wulste, dessen Volumszunahme durch graue Substanz bedingt sei, deren Elemente in der Tiefe zahlreich, spindelförmig und in der Richtung der Faserung des Wulstes verlängert, weiter nach aussen mehr zerstreut und sternförmig seien. Nahe der Oberfläche und parallel derselben erscheine am hinteren sanften Abhange des Wulstes ein plattes Band kleiner, dicht gedrängter Elemente von 0,012 mm, welches unzweifelhaft der Anfang der Körnerlage der *Fascia dentata* ist, während die tieferen Zellen denen der Endplatte des Ammonshornes selbst entsprechen, wie aus der weiteren Schilderung von *Henle* hervorgeht.

Weiter sind die Beobachtungen von *Giacomini*, *Zuckerkandl*, *Blumenau* und von *S. Ramón* zu erwähnen. *Giacomini* hat bei einer sehr sorgfältigen Untersuchung des Ammonshornes des Menschen an verschiedenen Schnittreihen (Fascia dentata del Grande Hippocampo nel cervello umano in Giorn. d. R. Accad. di Medic. di Torino fasc. 11—12 1883, 71 S. 3 Tafeln) auch den Uebergang der *Stria medialis* in die *Fasciola cinerea* und die *Fascia dentata* beschrieben und wie *Henle* nachgewiesen, dass bereits in der *Fasciola cinerea* die Anfänge der Körnerzellen der *Fascia dentata* sich finden (S. 53 u. flgde. Fig. 11*F*). Nach *Giacomini* hängen die *Striae mediales* beider Seiten durch eine sehr dünne Lage grauer Substanz zusammen und würde daher, da die Striae eine Fortsetzung der grauen Hirnrinde darstellen, der Zusammenhang der Rinde beider Seiten nirgends unterbrochen sein.

Zuckerkandl giebt eine ausführliche Schilderung der auf dem Balken liegenden Bildungen, betrachtet ebenfalls beide Streifen, wie *Giacomini*, als der medialen Wand der Hemisphäre angehörig und lässt dieselben aus dem dorsalen Theile des äusseren Randbogens sich bilden. Beim Menschen variiren die beiden Streifen sehr und können unter Umständen einen wahren *Gyrus supracallosus*, eine dicke graue Rindenplatte auf dem Balken bilden, in welchen die beiden *Striae* als verdickte Stellen hervortreten, die sämmtliche Schichten des *Gyrus fornicatus* zeigen, während in den Zwischenzonen die Schicht der kleinen Pyramiden fehlt. Aus Versehen lässt *Zuckerkandl* die *Stria lateralis* und nicht die *Stria medialis* in die *Fascia dentata* übergehen.

Blumenau hat bei seinen Untersuchungen über die Entwicklung des Balkens (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 37, 1891 S. 1—15 Taf. I) auch den Bau der *Striae* berücksichtigt und wesentlich dasselbe gefunden wie *Giacomini*. Da *Blumenau* die Balkenfasern nicht aus der Bogenfurche hervorwachsen lässt (*Martin*, Bogenfurche und Balkenentwicklung bei der Katze, Jena 1894), so ist ihm auch entgangen, dass die *Striae longitudinales* aus dem oberen Randbogen sich entwickeln und somit vor der Balkenbildung schon in der Anlage enthalten sind. In Betreff des vorderen Endes der *Stria medialis* sagt *Blumenau*, dass die Verbindung derselben mit dem *Tuber olfactorium* auf zwei Wegen zu Stande komme. Erstens gehe die tiefere Schicht desselben vom vorderen Ende des *Rostrum* in die weisse Substanz des Theiles des *Gyrus frontalis* I über, welcher an der medialen Fläche der Hemisphäre liege und nach rückwärts mit dem *Gyrus cinguli* zusammenhänge. Durch Vermittlung dieser Frontalwindung, also indirekt, verbinden sich die *Striae* mit dem *Bulbus olfactorius*. Zweitens giebt es einen direkten Zusammenhang der letzteren mit den oberflächlichen Sagittalfasern des *Rostrum*, die am Rande der genannten Frontalwindung in den medialen Riechstreifen übergehen.

Fig. 795.

Fig. 795. Frontalschnitt durch den Balken und *Annexa* eines Menschen. Nr. 26a, 3 : 1, *Weigert*. *Cc* Balken; *Gf Gyrus fornicatus; LaS* weisse Blätter des *Septum*; *Nc Nucleus caudatus; Sp Septum*, graue Platte; *StrL Stria Lancisii; Vl* Vorderhorn des seitlichen Ventrikels.

S. Ramón betont, dass seine Untersuchungen noch wenig ausgedehnt seien und dass es ihm nur gelungen sei, einige Zellen und Fasern der *Stria medialis*, der einzigen, die bei kleinen Säugern (Mäusen, Ratten, Kaninchen u. s. w.) nachweisbar sei, zu färben. Bei diesen Thieren seien die *Striae mediales* im Frontalschnitte verschmolzen und im Ganzen dreieckig und zeigen drei besondere Lagen, eine oberflächliche, die Molekularlage, eine mittlere aus Zellen gebildete und eine tiefe weisse. Die Zellen, die zu drei oder vier übereinander stehen, sind alle senkrecht, ei- oder spindelförmig, wie in der Hirnrinde, oberflächlich kleiner, in der Tiefe grösser. Ihre absteigenden Axonen wandeln sich in der Tiefe der weissen Lage in longitudinale Elemente um, über deren Verlaufsrichtung *Ramón* keine Angaben macht. An Längsschnitten erkennt man, dass diese Fasern aufsteigende Collateralen abgeben, die in den mittleren und oberen Theilen der Stria mit reichen und sehr stark varikösen Endigungen ausgehen. In den tieferen und mittleren Theilen der Striae finden sich ausserdem longitudinale Elemente mit noch bedeutenderen Schlängelungen und Varikositäten, die nach Abgabe sehr zahlreicher Aestchen sich erschöpfen, über deren Bedeutung *S. Ramón* sich nicht ausspricht und die ich für Enden von centripetalen Elementen halte (Fig. 12*c*).

Fig. 796.

In der Molekularlage der Striae kommen die Enden der eben beschriebenen Fasern, die Collateralen der Axonen der Zellen der mittleren Lage und die Dendriten der letzteren zusammen, um ein *Stratum zonale* zu bilden, dessen Elemente vorwiegend longitudinal verlaufen und einzelne *Cajal*'sche Spindelzellen, wie die normale Hirnrinde, zwischen sich enthalten.

Ich selbst habe beim Menschen die *Striae longitudinales* bis jetzt nur an *Weigert*'schen Präparaten verfolgt und an solchen die Verhältnisse ebenso gefunden, wie *Golgi* sie schildert. Die *Striae mediales* waren überall gut aus-

Fig. 796. Ein Theil der Oberfläche des Balkens der Fig. 796 stärker vergrössert. *Cc Corpus callosum; M* mittleres Faserbündel zwischen beiden *Striae; Fp* von dem Faserbündel ausgehende *Fibrae perforantes; Strlm* die Eine *Stria longitudinalis medialis* mit Zellen und Fasern.

gebildet und fast ohne Ausnahme untereinander verbunden durch einen mittleren dicken Zug, der vorwiegend aus Längsfasern und aus radiären solchen Elementen bestand, von denen im nächsten § weiter die Rede sein wird. *Striae laterales* waren an zwei Frontalserien, über die ich gebot, wenig ausgebildet und oft gar nicht abzugrenzen gegen Längsfasern im *Sinus corporis callosi.*

§ 195.

Fornix, Septum pellucidum.

Das Gewölbe, *Fornix,* stellt eine Fasermasse dar, die als Fortsetzung des *Limbus* oder der *Fimbria Cornu ammonis* erscheint und als solche einen selbständigen Verlauf nimmt. Dieselbe stellt im Allgemeinen einen parallel-

Fig. 797.

faserigen Strang von verschiedenem Querschnitte dar, dessen Verlauf und Verhalten beim Menschen und bei Thieren schon in früheren §§ einem guten Theile nach geschildert wurde, jedoch hier nochmals zusammenfassend und mit Ergänzungen besprochen werden soll. Das *Septum pellucidum* stellt einen Theil der medialen Hemisphärenwand dar, der in besonders innigen Beziehungen einerseits zum Gewölbe, anderseits zum *Bulbus* und *Tractus olfactorius* steht.

Fig. 797. Gehirn vom Kaninchen. Frontalschnitt, Ser. II, Präparat 141a, 4 : 1. 19 Schnitte vor der Figur 668. *CA Cornu Ammonis; Cc Corpus callosum; Ce Capsula externa; Cf Columnae fornicis; Cho Chiasma; Ci Capsula interna; Fi Fimbria; Fl Fissura longitudinalis cerebri; G* Gitterkern *(Nissl); Nb* basaler Kern; *Nc Nucleus caudatus; N.cgr Nucleus centralis grisea* = medialer hinterer Kern von *Nissl; Nd Nucleus dorsalis thalami; Ni Nucleus intermedius; Nl Nucleus lenticularis; Str.med Stria medullaris; Tr.ol.l Tractus olfactorius lateralis; U.st* unterer Thalamusstiel; *lv* lateraler vorderer Kern *(Nissl); mh* medialer hinterer Kern *(Nissl); mm* medialer mittlerer Kern *(Nissl); mv* medialer vorderer Kern *(Nissl); vv* vorderer ventraler Kern *(Nissl).*

Das Gewölbe schildere ich in erster Linie bei dem mir am genauesten bekannten Kaninchen. Dasselbe besteht aus zwei Haupttheilen, von denen der Eine von *Forel Fornix longus* genannte als *Fornix superior*, der andere als *Fornix inferior* bezeichnet werden soll. Der letztere entspricht dem früher und bis vor kurzem allein als *Fornix* bezeichneten Theile und ist nichts anderes als die *Fimbria* oder der *Limbus cornu ammonis*, welcher beim Kaninchen wegen der grossen Erstreckung des Ammonshornes nach vorn bis zum *Septum pellucidum* eine ganz andere Lage besitzt, als beim Menschen und mit dem Balken sozusagen in keine Berührung tritt. Die eigenthümliche Lage der *Fimbria* ist aus den früher gegebenen Frontalschnitten Figg. 661, 667—669, von denen die Fig. 669 als 797 hier wiederholt wird, leicht zu ersehen und ergiebt sich, dass dieselbe in einer tiefen Furche zwischen

Fig. 798.

dem *Nucleus caudatus* und *Thalamus opticus* an der ventralen Seite des Ammonshornes ihren Sitz hat, während nicht sie, sondern die in der Mitte verwachsenen *Cornua ammonis* durch ihre in der Medianebene vereinigten *Alveus*blätter mit der ventralen Fläche des Balkens vereinigt sind. Weiter nach vorn rücken dann die Fimbrien an der unteren Seite der sich verschmälernden Ammonshörner einander entgegen (Fig. 798) und verschmelzen schliesslich mit einander

Fig. 798. Frontalschnitt durch das Gehirn des Kaninchens. 4 : 1. *Weigert*. Nr. 135a. *A Alveus*; *Bg* Basalganglion; *CA Cornu Ammonis*; *Ca Commissura anterior*; *Cc Corpus callosum*; *Ce Capsula externa*; *Cf Columnae fornicis*; *Ci Capsula interna*; *F Fimbria*; *Fd Fascia dentata*; *Fl Fornix longus*; *Gf Gyrus fornicatus*; *Lp Lobus pyriformis*; *Nc Nucleus caudatus*; *Nl Nucleus lenticularis*; *O Chiasma N. optici*; *Strm Stria medialis thalami*; *Strt Stria terminalis*; *Tho Thalamus opticus*; *Tr ol Tractus olfactorius lateralis*.

zur Bildung des *Psalterium* (Fig. 799 und 715), welches ganz verschieden vom Menschen eine mächtige Querfasermasse darstellt, welche durch die Medianebene des Gehirnes hindurch von einem Seitenventrikel zum andern, vom linken *Nucleus caudatus* zu dem der rechten Seite sich erstreckt. In dieser Gegend weichen nun auch die sich verschmächtigenden vorderen Enden der Ammonshörner in der Mitte auseinander und tritt zwischen ihnen eine Fasermasse auf, die aus der *Lamina superficialis cornu ammonis* oder dem *Alveus* ihren Ursprung nimmt und nun eine mittlere Kreuzung darstellt, die abwärts in das *Psalterium*, dorsalwärts in die oberflächliche weisse Lamelle des Ammonshornes sich verliert. Diese dorsale Kommissur der Ammonshörner oder das *Psalterium dorsale* ist von der Stelle an vorhanden, wo diese Gebilde in der Mitte auseinanderweichen, wie aus einer Vergleichung der Fig. 798 und 799 hervorgeht. Ver-

Fig. 799.

folgt man nun diese dorsale Kommissur weiter, so findet man, dass dieselbe von Anfang an in Form einer Kreuzung auftritt, wie die Fig. 799 dies ergiebt, und dass die sich kreuzenden Bündel ventralwärts in das *Psalterium ventrale* übergehen. Dieses *Psalterium* selbst scheint im Anfange ebenfalls sich kreuzende Fasern zu enthalten, stellt aber jedenfalls eine mächtige ventrale Kommissur der ventralen Theile beider Ammonshörner dar, welche den vor den Sehhügeln gelegenen Abschnitt derselben betrifft, so lange als der *Fornix superior* noch nicht als senkrecht absteigendes Gebilde in die Schnittfläche gelangt ist. Sobald dieser aufgetreten ist (Fig. 800), hört jede Vereinigung der beiden Fimbrien auf und schliessen sich die Fasermassen derselben, die nun als dorsoventral

Fig. 799. Frontalschnitt des Kaninchenhirns. 4 : 1. *Weigert.* Nr. 125b. 10 Schnitte vor der Fig. 798. Buchstaben wie bei Fig. 798. Ausserdem: *Psd Psalterium dorsale*; *Psv Psalterium ventrale*; *Sp* Bogenfasern des *Septum pellucidum.* Man vergleiche die Fig. 715, die den ventralen Theil dieser Figur bei 8 : 1 wiedergiebt.

verlaufende Züge erscheinen, theils dem *Fornix superior* an, theils verlaufen dieselben in dem nun aufgetretenen *Septum pellucidum*, als zwei ganz getrennte Faserbündel, die vom Reste des Ammonshornes aus zu beiden Seiten der Fornixsäulchen mit schief ventral- und medianwärts verlaufenden Bogenzügen in das Septum eintreten und den von *Honegger* sogenannten *Fornix obliquus* bilden.

Das *Septum pellucidum* schliesst beim Kaninchen keine Höhlung ein und geht ganz allmählich aus dem *Psalterium ventrale* hervor, wie Frontalschnitte am besten belegen. Gehen wir vom Stadium der Fig. 799 aus, so finden wir, dass schon hier zu beiden Seiten der Fornixsäulchen, die wesentlich dem *Fornix superior* angehören, etwas graue Substanz sich findet. Weiter nach vorn zu wird das *Psalterium* immer höher und an der Ventralseite schmäler

Fig. 800.

und nun tritt schon eine ganz erhebliche Menge von grauer Substanz in lang gezogenen Nestern zwischen seinen Bündeln auf. Im weiteren Verlaufe (Fig. 801) gehen die Fasern des *Psalterium* in ihren tieferen Theilen ganz in den *Fornix obliquus* über und lassen sich nun die Elemente dieser Masse, da die *Commissura anterior* sich in eine rechte und linke Hälfte getrennt hat, bis in den *Lobus olfactorius* an der Basis des Gehirns verfolgen. Zugleich tritt dann der *Fornix superior*, der bis dahin in seinem unter dem Balken gelegenen Theile nur im Querschnitte zu sehen war, in der Mitte des *Psalterium ventrale*, wie die Fig. 801 zeigt, mit zwei dicht aneinander grenzenden Fasermassen, den *Columnae fornicis*, auf. Dorsal von denselben finden sich noch quere Fasermassen des *Psalterium ventrale*, endlich zwischen den *Cornua ammonis*, die

Fig. 800. Frontalschnitt des Kaninchenhirns. 4:1. *Weigert.* Nr. 114b. 21 Schnitte vor der Fig. 799. Buchstaben wie dort. Ausserdem: *Cf* Fortsetzung des *Fornix longus* in die absteigenden Säulchen des *Fornix*; *F.obl Fornix obliquus*; *Lob.o Lobus olfactorius*; *Sgr* Graue oberflächliche Lage des *Septum pellucidum.*

hier keine *Fascia dentata* mehr zeigen, sehr deutlich die Kreuzung des *Psalterium dorsale* mit seinem Uebergange in den dorsalen Theil des *Alveus.* Darüber in der Mitte die Querschnitte des *Fornix superior* mit etwas grauer Substanz zwischen ihren Fasern, die wohl schon zum Septum zu rechnen ist. Zu beiden Seiten der *Columnae fornicis* sind die Fasermassen des *Fornix obliquus* sehr deutlich, deren Verlauf bis zum *Lobus olfactorius* schon hier sichtbar ist. Ist somit das Septum in diesem Stadium in der ersten Anlage begriffen, so zeigt die Fig. 800 dasselbe ganz ausgebildet mit ganz getrenntem *Fornix obliquus* und mit dem Uebergange des *Fornix dorsalis* in die *Columnae fornicis.*

Noch weiter nach vorn verliert sich der *Fornix obliquus* ganz aus dem Septum, während zugleich auch der *Fornix superior* sich verschmälert und die

Fig. 801.

graue Substanz des Septum in Gestalt zweier dicker Lamellen von dem Baue der Hirnrinde auftritt (Fig. 802).

Fassen wir noch einmal zusammen, was über den Verlauf und das Verhalten des *Fornix inferior* sich ergiebt, zusammen, so lassen sich folgende Sätze aufstellen:

1. Der *Fornix inferior* geht z. Th. aus dem *Limbus cornu Ammonis* hervor, z. Th. aus dem dorsalen Blatte des *Alveus.*

2. Aus dem *Limbus* entwickelt sich in erster Linie das Psalterium, welches eine mächtige quere, ventrale Kommissur der beiden Ammonshörner darstellt.

Fig. 801. Frontalschnitt des Kaninchenhirns. 4:1. *Weigert.* Nr. 120a. 11 Schnitte hinter Fig. 800. Buchstaben wie dort. *Ca Pars olfactoria* der vorderen Kommissur; *Ca*[1] hinterer Theil der vorderen Kommissur; *Cf C. fornicis.*

3. Zweitens geht derselbe in den *Fornix obliquus* über, der mit dem medialen Theile seines hinteren Abschnittes an den *Fornix superior* sich anschliesst, mit dem lateralen Theile seines hinteren Abschnittes und seinem gesammten vor dem *Fornix superior* gelegenen Theile dagegen in das *Septum pellucidum* einstrahlt und in diesem bis zum *Lobus olfactorius* verfolgt werden kann.

4. Der aus dem dorsalen Abschnitte des *Alveus* hervorgehende Theil des *Fornix inferior* bildet als *Psalterium dorsale* eine dorsale Kommissur oder Kreuzung der Ammonshörner, die an das *Psalterium ventrale* sich anschliesst.

Ich wende mich nun zum *Fornix superior*, dem *Fornix longus* von *Forel*, dem Bogenbündel des *Septum* von *Ganser*. Derselbe stellt eine paarige, longitudinal verlaufende Fasermasse dar, die aus dem Marke des *Gyrus fornicatus* und der *Lamina superficialis Cornu Ammonis*, sowie aus dem *Subiculum* entspringt, den Balken durchbricht und im *Septum pellucidum* und in den Säulchen des Gewölbes endet.

Verfolgen wir den Ursprung des *Fornix superior* genauer, so ergiebt sich

A. den Ursprung aus dem *Gyrus fornicatus* anlangend, dass diese Fasern, wie *Ganser* zuerst richtig angab, in der gesammten Länge des Balkens von den tiefsten Theilen des Markes des *Gyrus fornicatus* abgehen und ihre grösste Mächtigkeit in der Gegend des Balkenwulstes erlangen, wo dieselben von hinten und oben her die ganze Dicke des Balkens durchbrechen (Fig. 803) und in der Furche zwischen dem dorsalen und ventralen Blatte des Balkenwulstes, sowie in der Rinne zwischen den beiden Ammonshörnern und dem Balken (Figg. 799, 804) allmählich jederseits zu einem platten Bündel sich sammeln, das im weiteren Verlaufe (Fig. 799) zur Hauptmasse der Fornixsäulchen wird. Weiter nach vorn finden sich auch noch durchbohrende Fasern des *Fornix superior*, aber in geringerer Menge und Zahl und z. Th. mit einem sehr schiefen, z. Th. fast horizontalem Verlaufe. Die allervordersten Faserbündel endlich gehen um das vordere Balkenende herum und strahlen von hier aus in das Septum aus.

Fig. 802.

Fig. 802. Frontalschnitt des Kaninchenhirns. 4 : 1. *Weigert.* Nr. 103b. 21 Schnitte vor der Fig. 800. Buchstaben wie früher. Ausserdem: *Sf* im *Septum* vor dem Fornixsäulchen senkrecht absteigende Fasern.

B. Aus dem *Subiculum Cornu Ammonis* und der oberflächlichen Lage des Ammonshornes selbst.

Die Fig. 803 lehrt, dass die Fasern, die die Umschlagsstelle des Balkenwulstes durchbohren, aus dem Ende des *Gyrus hippocampi* oder dem *Subiculum* stammen, sowie auch aus dem *Alveus*. In den Figg. 666 und 667 sind diese Fasern in dem ventralen Theile des Balkenwulstes dargestellt, welcher Abschnitt des Balkens seitwärts nicht in den Balken, sondern in den *Alveus* sich fortsetzt und zwar trennen sich diese Theile des Balkens da, wo die seitliche Hirnkammer beginnt, in der Fig. 666 oberhalb der Buchstaben *Cc*. In dieser Figur bedeutet übrigens der mit *Ps* bezeichnete Theil nicht das *Psalterium*, wie aus Versehen

Fig. 803.

angegeben ist, sondern das *Subiculum*, wie am deutlichsten die Fig. 661 lehrt, in der die Umbiegung des *Gyrus fornicatus* in das *Subiculum* und das Ammonshorn sehr deutlich ist. Es geht somit, um dies genau zu bezeichnen, der ventrale Umschlagsrand des Balkens hinten in das *Subiculum* und weiter vorn in das Muldenblatt des Ammonshornes über, und kann man denselben auch, wie

Fig. 803. Sagittalschnitt aus dem Gehirne des Kaninchens durch die lateralen Theile des Balkens. Nr. 86a. Gez. bei Syst. I, Oc. I, k. Tub. eines *Leitz*. *Weigert*. *CA* Ammonshorn; *Cc* Balken; *F Fimbria*; *Fl.g.f* Längsfasern des *Gyrus fornicatus*, von denen viele den Balken und Balkenwulst durchbohren, um in den *Fl Fornix longus* überzugehen; *Nc Nucleus caudatus*; *Ps Psalterium dorsale*, d. h. ventraler Theil des Balkenwulstes, der an Frontalschnitten beiderseits in den *Alveus* der Ammonshörner übergeht; *Sa Alveus*; *SC Subiculum*; *Spl Splenium*.

Fig. 804. Längsschnitt des Kaninchenhirns durch das *Corpus mammillare*. Nr. 119a. 5:1. *CA Cornu Ammonis*; *Ca Commissura anterior*; *Cc Corpus callosum*; *Cf Columnae fornicis*; *Ch Chiasma*; *Cm Corpus mammillare*; *Cp Commissura posterior*; *Cqa Cqp Corpora quadrigemina*; *DBrc* Kreuzung der Bindearme; *Fchs Tela chorioidea superior*; *FF Fibrae fornicis ad Septum*; *Fl Fornix longus*; *Fld* Ende des *Fasciculus longitudinalis dorsalis*; *Flgr Fasciculus longitudinalis griseus*; *FM Fasciculus Meynert*; *Ft Fasciculus tegmenti*; *Fthm Fasciculus thalamo mammillaris*; *Gb Ganglion basale*; *Gdt Ganglion dorsale tegmenti*; *Gh Ganglion habenulae*; *Gip Ganglion interpedunculare*; *Gtpr Ganglion tegmenti profundum*; *Lo Lobus olfactorius*; N_{III} N_{IV} *Nuclei III, IV*; *O Opticus*; *P Pons*; *PC Pedunculus Conarii*; *Ps Psalterium*; *Spp Substantia perforata postica*; *StK* Streifenhügelkopf; *Tc Tuber cinereum*; *Th Thalamus*; *Vma Velum medullare anterius*; *a Aquaeductus*; *III Radices tertii*.

Ganser dies thut, als *Psalterium* bezeichnen und zwar als *Psalterium dorsale.* In der Fig. 667 stammen die perforirenden Elemente des *Fornix superior* vom *Alveus* des Ammonshornes selbst, in der Fig. 666 dagegen vom *Subiculum.* In der Fig. 668 ist der *Fornix superior* zwischen dem Balken und der dorsalen Kommissur der Ammonshörner schon ganz angelegt, doch treten auch hier immer noch Fasern an denselben von der ventralen Seite, die auf den *Alveus* zu beziehen sind.

Ganser lässt diese Fasern aus der *Lamina superficialis Cornu Ammonis* (dem *Alveus*) abstammen und die Querfasern des *Psalterium* (meiner *Commissura dorsalis* oder dem *Psalterium dorsale*) in ventrodorsaler Richtung durchbrechen. Mir scheinen diese Fasern auch noch dem Theile des *Gyrus fornicatus* anzugehören, der um den Balkenwulst sich herumschlagend in das *Subiculum Cornu Ammonis* übergeht (s. Fig. 661).

Was den Verlauf der Fasern des *Fornix superior* betrifft, so soll derselbe nach *Honegger* aus gekreuzten und ungekreuzten Fasern bestehen. Es ist jedoch an *Weigert*'schen Präparaten des Kaninchenhirnes an horizontalen Schnitten leicht zu zeigen, dass derselbe nicht eine einzige sich kreuzende Faser enthält. Was *Honegger* als Kreuzung beschreibt und abbildet (Fig. 7), ist die von *Gudden* und *Ganser* und mir beschriebene Kreuzung des dorsalen Blattes des *Psalterium*, d. h. der dorsalen Kommissur der Ammonshörner.

Der weitere Verlauf des *Fornix superior* ist so, dass der Hauptheil seiner Fasern in die *Columnae fornicis* übergeht, ein anderer Theil ins *Septum.* Was die ersteren Fasern betrifft, die auch *Forel* annimmt, so leugnet *Ganser* dieselben, doch giebt er selbst zu (S. 659), dass dieselben den *Columnae fornicis* so sich beigesellen, dass sie nicht weiter davon zu unterscheiden sind und dem ist in der That so. In das *Septum* gehen aber auch eine bedeutende Menge paariger Fasern, welche zum Theil an der Umbiegungsstelle der Säulchen des *Fornix* von denselben sich abzweigen (Fig. 804), z. Th. selbständig, ohne an der Bildung dieser Bündel Antheil gehabt zu haben, die vorderen Theile des Balkens durchbrechen und um das vordere Ende desselben sich herumkrümmen, um direkt in das *Septum* auszustrahlen (Fig. 638, 643). Alle Fasern des *Septum* die das Riechbündel von *Zuckerkandl* darstellen, konvergiren in Längsschnitten gegen die Basis des Gehirnes und verlaufen vor der *Commissura anterior* in die Gegend vor und neben dem *Chiasma*, die *Ganser* als *Ganglion basale* und als Kopf des Streifenhügels, andere als *Tuberculum* oder *Lobus olfactorius* bezeichnen, wobei sie sich mit Fasern von anderer Herkunft mischen (Fig. 802 *Sf*). Der Theil des oberen *Fornix*, der in die *Columnae fornicis* übergeht, bildet reichlich die Hälfte desselben, liegt erst an der oberen vorderen und später an der ventralen Seite derselben und zeichnet sich auch durch dunkles Aussehen und gröbere Fasern vor den anderen Bestandtheilen der Säulchen aus.

Weiter wäre nun noch daran zu erinnern, dass, wie in früheren §§ gezeigt wurde, erstens die *Stria medullaris thalami optici* mit einem ansehnlichen Theile an die Säulchen des *Fornix* sich anschliesst und mit denselben gegen das Ammonshorn zu verläuft (§ 164) und zweitens, dass auch die *Taenia semicircularis* höchst wahrscheinlich eine Verbindung mit den Fornixsäulchen eingeht (§ 175).

Beim Menschen fehlen jene ausgedehnten Kreuzungen, die der *Fornix* der Thiere darbietet und ist als Vertreter derselben nur die zarte dreieckige Platte vorhanden, die unter dem Namen *Psalterium* oder *Lyra* zwischen den auseinanderweichenden hinteren Säulchen an der Unterfläche des Balkenwulstes ihre Lage hat. Dieses *Psalterium* besteht aus quer verlaufenden, mit dem *Fornix* zusammenhängenden Fasern, neben denen auch schiefe und longitudinale Elemente sich finden und stellt unzweifelhaft eine Kommissur oder Kreuzung der Ammonshörner dar, wie eine solche bei Thieren in ganz anderer Weise ausgebildet sich findet.

Von den Fornixsäulchen ist in erster Linie ihre Verbindung mit der *Stria medullaris Thalami optici* zu erwähnen, die von mir auch beim Menschen beobachtet wurde (S. 480, Fig. 653 *Strm'* in der Erklärung der Fig. 652 erwähnt), welche Verbindung der Art statt hat, dass ein namhafter Theil des *Fornix* in die *Stria medullaris* übergeht, wodurch höchst wahrscheinlich

Fig. 805.

das Ammonshorn mit dem *Ganglion habenulae* in Verbindung gesetzt wird (S. 485).

Zweitens erwähne ich den Verlauf und das Ende der *Columnae fornicis* nach der Abgabe des Striabündels. Dieselben treten in mehrere Bündel gespalten gegen das *Corpus mammillare* (S. 525). Ein Abschnitt derselben geht in das *Ganglion mediale* und endet vielleicht mit einem Theile seiner Fasern in demselben, ein anderer Theil zieht an dem *Corpus mammillare* einfach vorbei. Viele Fasern beider Bündel gehen im *Corpus mammillare* in quere Elemente über und verlaufen schliesslich durch die Hirnstiele in die Brücke, wobei dieselben möglicherweise Kreuzungen erleiden und in ihrer letzten Endigung nicht zu bestimmen waren.

Fig. 805. Ein Theil der Oberfläche des Balkens der Fig. 796 stärker vergrössert. *Cc Corpus callosum*; *M* mittleres Faserbündel zwischen beiden *Striae*; *Fp* von dem Faserbündel ausgehende *Fibrae perforantes*; *Strlm* die Eine *Stria longitudinalis medialis* mit Zellen und Fasern.

Mit diesen Angaben sind nun aber die Schilderungen des *Fornix* und der mit demselben zusammengehörenden Theile nicht erschöpft, indem ich auch beim Menschen einen *Fornix longus* von *Forel* gefunden zu haben glaube. Die Thatsachen, auf die ich diesen Anspruch begründe, sind folgende:

1. Finden sich an der ventralen Seite des Balkens von der Insertion des *Corpus fornicis* vom vorderen Ende des *Psalterium* an bis nach vorn in die Konkavität des Balkenkniees longitudinale Faserzüge, welche sowohl in die *Lamina medullaris septi pellucidi* einstrahlen, als auch an den Körper des *Fornix* sich anlegen.

2. Verfolgt man die Herkunft dieser *Fornix*- und *Septum*-Fasern, so ergiebt sich, dass dieselben alle von Faserbündeln abstammen, die den Balken

Fig. 806.

in dorsoventraler Richtung durchsetzen und z. Th. genau senkrecht, z. Th. wie in den gegen das *Splenium* zu gelegenen Gegenden, leicht schief nach vorn geneigt zwischen den Querfasern verlaufen. An der ventralen Fläche treten alle diese Bündel, deren Zahl eine bedeutende, die Mächtigkeit dagegen meist nur gering ist, mit einer Umbeugung nach vorn theils an die Balkenfläche selbst, theils sofort in den *Fornix* oder das *Septum* ein, in welchem letzteren dieselben dann konvergirend gegen den *Pedunculus septi* zu verlaufen. Der weitere Verlauf

Fig. 806. Sagittalschnitt eines Theiles des menschlichen Gehirnes. Nr. 90b. 3:1. *Weigert*. *Ca Commissura anterior*; *F* Körper des *Fornix*; *Fp* durchbohrende Faserbündel im Balken; *Ps Psalterium* s. *Lyra*; *Sp Septum pellucidum* z. Th. direkt getroffen, z. Th. die sehr grosse Höhlung desselben angeschnitten; *Sp*[1] *Pedunculus septi*; *Tho* angeschnittener *Thalamus opticus*.

der Septumfasern wird später geschildert werden und soll zuerst von dem Ursprunge dieser *Fibrae perforantes* die Rede sein.

Den ersten Anstoss zur Auffindung dieser *Fibrae perforantes* gab mir die Untersuchung der *Stria Lancisii* s. *longitudinalis medialis* an Frontalschnitten (Fig. 805). An diesen fand sich an vielen Orten eine solche Anordnung ihrer markhaltigen Fasern, dass die Elemente der tiefen an die Querfasern des Balkens grenzenden Faserschicht alle senkrecht standen und mehr weniger tief in die queren Fasern hinein zu verfolgen waren. Noch auffallender aber war dieses Verhalten in der mittleren rein weissen Platte, die meist zwischen den beiden *Striae* sich findet. Diese Platte bestand theils aus longitudinalen, theils aus vertikalen Elementen und diese liessen sich an vielen Schnitten weit zwischen den Balkenfasern in die Tiefe hinein verfolgen. Als die Beobachtung einmal so weit war, gelang es dann leicht, das Austreten der durchbohrenden Balkenfasern an der ventralen Fläche des Balkens zu sehen und an dünnen sagittalen und frontalen Schnitten liess sich auch der Gesammtverlauf vieler dieser senkrechten Bündel nachweisen. Hierbei ergab sich, dass dieselben im Mittel 54—108 μ dick sind, in der Regel geraden Weges zwischen den Querfasern des Balkens durchziehen und meist von senkrecht verlaufenden Gefässen begleitet sind, wie solche dem Balken zukommen. Nach meinen bisherigen Ermittlungen, die jedoch noch lange nicht abgeschlossen sind, finden sich diese perforirenden Fasern am zahlreichsten in den mittleren Theilen des Balkens vom vorderen Ende des *Psalterium* an bis zum Balkenknie. Ueber ein etwaiges Vorkommen derselben im *Splenium* vermag ich noch nichts auszusagen, dagegen schienen dieselben auch in dem absteigenden Theile des *Genu* bis nahe an den Schnabel vorzukommen.

Fig. 807.

Schwieriger als der Nachweis dieser Elemente ist es, die Herkunft derselben aufzudecken. Eine Quelle derselben erscheint mir zwar sicher und das sind die Axonen der Zellen der grauen Lage der *Striae mediales*, die ja nach den im vorigen § mitgetheilten Angaben von *Ramón* alle absteigend gegen den Balken zu verlaufen. Zwar sah *Ramón* beim Kaninchen, an dem er seine

Fig. 807. Ein kleiner Theil des Balkens der Fig. 806 in einem feineren Schnitte. Gez. b. Syst. VII, Oc. I, k. Tub., *Weigert*. *Fp Fibræ perforantes*; *Ftr Fibræ transversales*.

Beobachtungen anstellte, die Axonen der betreffenden Zellen alle longitudinal dahinziehen, da jedoch dieser Forscher den *Fornix longus* von *Forel* und seine perforirenden Fasern nicht erwähnt, so halte ich es doch für möglich, dass er dieselben übersehen hat. Ob nun die erwähnte Ursprungsquelle, wenn dieselbe sich als begründet ergäbe, im Stande wäre, alle durchbohrenden Balkenfasern zu decken, ist zweifelhaft und frägt es sich somit, ob nicht noch andere Möglichkeiten der Herleitung der genannten Fasern vorliegen. Dem scheint in der That so zu sein, wie das Folgende lehren wird. Die *Stria longitudinalis medialis* enthält ausser zelligen Elementen und ihren Axonen eine grosse Menge von longitudinal verlaufenden markhaltigen Fasern. An Längsschnitten des Balkens, die die *Striae* treffen, beobachtet man nun nicht selten, dass diese Längsfasern an bestimmten Stellen mit einem Theil ihrer Fasern in die perforirenden Bündel übergehen, eine Wahrnehmung, die auch durch frontale Schnitte bestätigt wird, indem an diesen senkrecht in die Querfaserlage eindringende Elemente nicht in allen, sondern nur in bestimmten Schnitten zur Beobachtung kommen. So kam ich schliesslich für einmal zu der Annahme, dass die perforirenden Fasern in Form von dünnen Querblättern mit senkrechtem Faserverlaufe angeordnet sind und dass es möglicherweise vor allem die longitudinalen Elemente der *Striae Lancisii* sind, welche diesen Elementen den Ursprung geben. Da jedoch die *Striae* nach vorn zu nicht wesentlich an Mächtigkeit abnehmen mit Ausnahme der Gegend des *Rostrum*, so müssten vielleicht doch die Axonen der Zellen der grauen Substanz der *Striae* herbeigezogen werden, die nach *S. Ramón* zwar longitudinal verlaufen, aber ebenso wie die anderen Längsfasern der *Stria* an der Bildung der durchbohrenden Fasern sich betheiligen könnten.

Weiter habe ich dann Folgendes hervorzuheben. Verfolgt man beim Menschen die Verbindungsstelle des *Septum* mit der unteren Fläche des Balkens in Frontalschnitten, so findet man allerwärts eine sehr innige Vereinigung der beiden weissen Septumblätter mit der unteren Fläche des Balkens, die nicht einfach durch Apposition, durch ein Sichaneinanderlegen der betreffenden Theile sich macht, vielmehr auf einer innigen Verflechtung der beiden Theile beruht, und zwar kommen die vertikal verlaufenden Septumfasern wie aus dem Balken heraus. An feineren Schnitten sieht man dann leicht, dass die medialen Septumfasern die transversalen Balkenfasern kreuzend und durchbrechend aus dem Innern der Balkenmitte herauskommen, während die lateralen Elemente der Scheidewand von den seitlichen Theilen des Balkens herstammen und zum Theil wie direkte Fortsetzungen der Balkenfasern erscheinen. An geeignet dünnen Schnitten ergiebt sich dann aber auch hier, dass die betreffenden Fasern ebenfalls aus dem Innern des Balkens stammen und die queren Fasern desselben in mehr schiefer Richtung kreuzen. Die Erklärung dieser Thatsachen vermag ich noch nicht zu geben. Einmal könnte man daran denken, die Septumfasern aus dem *Septum* in und durch den Balken in die *Stria longitudinalis* übergehen und mit diesen rückwärts in die *Fascia dentata* und das Ammonshorn laufen zu lassen. In diesem Falle würde der Ursprung des Riechbündels des *Septum* in die *Substantia perforata antica* und das *Tuberculum olfactorium* und das Ende in das Ammonshorn verlegt. Eine andere Möglichkeit wäre die, auch die Septumfasern und nicht nur einen Theil der Fornixfasern von den

Striae Lancisii abzuleiten und alle perforirenden Balkenfasern als einer Kategorie angehörend zu betrachten und möchte ich vorläufig diese Auffassung für die wahrscheinlichere halten.

In so schwierigen Fragen ist es jedoch gut, alle Möglichkeiten ins Auge zu fassen und so will ich dann noch erwähnen, dass ich auch daran gedacht habe, ob nicht auch der *Gyrus fornicatus* selbst und nicht nur seine schwachen Ableger auf der Balkenoberfläche an der Bildung der durchbohrenden Fasern betheiligt seien oder vielleicht gar das *Cingulum.* Andeutungen der Art glaube ich bei den tiefsten Theilen des genannten *Gyrus* in der Balkenfurche gesehen zu haben, vermochte jedoch bis anhin keine ganz beweisenden Präparate zu gewinnen. Betonen möchte ich übrigens doch noch, dass die grosse Ausdehnung in der Breite der Verbindung des *Corpus fornicis* und des *Septum* mit dem Balken eher für ausgedehntere Ursprünge der perforirenden Fasern spricht, als die *Striae longitudinales* zu decken im Stande sind.

Sei dem nun wie ihm wolle, so glaube ich jedenfalls durch meine Untersuchungen das Vorkommen eines *Fornix superior* s. *longus* beim Menschen nachgewiesen zu haben, der wie bei Thieren den Balken durchbohrt und sicher von Theilen herkommt, die mit dem *Gyrus fornicatus* eine Vergleichung zulassen. Durch die Ausstrahlung dieser Fasern im *Septum* und durch ihre Beziehungen zu der *Fascia dentata* ergeben sich diese Bahnen auch hier als Theile der Riechbahn, wenn dieselben auch wohl beim Menschen, der geringeren Entwicklung seines Geruchssinnes entsprechend, nicht dieselbe Entwicklung erlangen, wie bei makrosmatischen Geschöpfen.

In Betreff der älteren Angaben über den *Fornix* verweise ich vor allem auf die Darstellungen und Litteraturangaben von *Honegger* und hebe nur einige Hauptpunkte hervor. Den *Fornix superior* s. *longus* beobachtete zuerst *Stieda* bei der Maus und *Forel* beim Meerschweinchen. Die *Fibrae perforantes*, die aus dem *Gyrus fornicatus* durch den Balken treten und dem Gewölbe sich anschliessen, erwähnt *Meynert* (S. 720 Fig. 241). Später beschrieb *Ganser* dieselben sehr genau, wie im Texte bereits erwähnt wurde. Am *Psalterium* unterscheidet *Ganser* eine dorsale und eine ventrale Schicht. Ueber die wichtigen Untersuchungen von *v. Gudden* über das *Corpus mammillare* und seine Beziehungen zum *Fornix* und ebenso über diejenigen von *v. Monakoff* wurde schon im § 165 berichtet. *v. Gudden* nennt untere gekreuzte Wurzel des *Fornix* die Kreuzungen hinter dem *Corpus mammillare.* Daneben findet sich noch beim Kaninchen ein ungekreuztes laterales Bündel, ferner ein oberes gekreuztes Bündel und noch ein viertes Bündel, Bildungen, deren anatomisches Verhalten noch weiterer Klärung bedarf.

Weitaus die beste Arbeit über den *Fornix* verdanken wir meinem Landsmanne *Honegger*, von der nur zu bedauern ist, dass sie von so ungenügenden Abbildungen begleitet wird, dass es in vielen Fällen sehr schwer oder ganz unmöglich ist, zu errathen, was der Verfasser meint. Ich war nun allerdings in der günstigen Lage durch die grosse Freundlichkeit von Prof. *Huguenin* im Besitze einer grossen Zahl von z. Th. schematischen, z. Th. naturgetreuen Zeichnungen zu sein, von denen einige sogar von *Honegger* selbst stammten, die meisten aber von *Huguenin*, der vollkommen in die Ansichten von *Honegger* eingeweiht ist, angefertigt worden waren, und vermochte ich so tiefer in die Anschauungen von *Honegger* mich einzuarbeiten, als es sonst möglich gewesen wäre. Bei diesem Studium habe ich nun jedoch leider der Ueberzeugung mich nicht verschliessen können, dass *Honegger* nach sehr unvollkommenen Präparaten gearbeitet hat und so zu Ergebnissen gelangt ist, die nicht immer dem grossen Fleisse und der Einsicht entsprechen, die diesen hervorragenden Forscher unstreitig auszeichnet. Zum Beweise dessen will ich nur Eines anführen, dass es *Honegger* an seinen Karmin-

und Gold-Präparaten nicht möglich war, den Ursprung des *Fornix longus* aus Fasern des *Gyrus fornicatus*, die den Balken in übergrosser Menge durchbohren, nachzuweisen (S. 324), während dies an *Weigert'*schen Präparaten mit der grössten Leichtigkeit gelingt. Nichtsdestoweniger sind sehr viele Angaben *Honegger's* vollkommen richtig und bleibt seine Arbeit eine klassische.

Von den neuesten Autoren erwähnt auch *Beevor* (Phil. Trans. 182, 1892, p. 193), dass er bei zwei Affengattungen, Hapale und Macacus, Fasern gefunden habe, die den Balken durchbohren, und mit dem *Cingulum* in Verbindung zu stehen scheinen, ohne dass es ihm möglich war, eine solche Beziehung bestimmt nachzuweisen.

Auf der anderen Seite finde ich in Betreff des Menschen bei keinem Anatomen bestimmte Angaben über Fasern, die den Balken durchbohren und dem *Fornix* sich anschliessen. *Honegger* ist der einzige, der S. 319 erwähnt, dass er bei Durchmusterung einer Querschnittsreihe des menschlichen Balkens nach Kreuzungsbündeln eines *Fornix longus* hierüber keine Gewissheit erlangen konnte. Er sah freilich im *Splenium* des Balkens sowohl als auch weiter nach vorn Bündel, die mehr schief und sich kreuzend durch denselben zu ziehen schienen. Es finden sich aber solche Bündel nicht nur in der ventralen Abtheilung, wo der *Fornix longus* liegen sollte, sondern es zeigt auch in der dorsalen Abtheilung des Balkens die Faserung vielfach keine rein transversale Richtung. Dagegen sah *Honegger* in mehr frontalen Schnittebenen, wo das *Corpus fornicis* bereits durch eine Lage grauer Substanz, das hintere Ende des *Septum*, von der Balkenunterfläche getrennt ist, an letzterer mehr im Querschnitte getroffene Bündel sich ansammeln, welche dann durch diese graue Schicht hindurch zu den Fornixsäulen traten. Diese Angaben sind im Ganzen so unbestimmt, dass ich wohl annehmen durfte, der erste gewesen zu sein, der beim Menschen zahlreiche den Balken in seiner ganzen Dicke perforirende Fasern gesehen hat. Nun erhielt ich aber vor zwei Tagen, als dieser § schon geschrieben war, am 12. Februar 1896, eine Abhandlung von *G. Elliot Smith* (The Morphology of the true Limbic Lobe, Corpus callosum, Septum pellucidum and Fornix in Journal of Anatomy Vol. XXX, p. 157—167 und p. 185—205, 17 Holzschnitte de dato Sydney Aug. 2, 1895) freundlichst zugesandt, in welcher dieser vorzügliche Kenner der vergleichenden Anatomie des Gehirns mit kurzen Worten sagt, dass auch „in the placental mammals numbers of non crossing fibres from the hippocampus, in the region of the Splenium, pass through the fornix commissure, splenium and body of the fornix to enter the Septum pellucidum, just as they pass through the fornixcommissure in the non placental mammals. These fibres, which *Ganser, Koelliker, Beevor* and *Vogt* have described (but whose presence *Honegger* and *Meyer* have denied) are readily seen in the human brain". Weiter wird dann noch das „olfactory bundle" der *Fascia dentata* erwähnt, das einen Theil der *Stria longitudinalis medialis* bilde, und gesagt, dass andere Fasern, die zum „precommissural system" des *Hippocampus* gehören, in das *Septum pellucidum* eintreten und von diesem aus den Balken durchbohren, um zur *Stria Lancisii* zu gelangen. Auch Theile des Faserzuges des *Cingulum* gehören nach *Elliot Smith* ebenfalls zum Systeme des *Fornix*, doch seien deren Homologien noch zweifelhaft.

Aus diesen wenn auch kurzen und von keinen Abbildungen begleiteten Bemerkungen ist doch ersichtlich, dass *Elliot Smith* und *ich* auf derselben Fährte uns befinden, was nur geeignet sein kann, die Glaubwürdigkeit unserer Angaben zu erhöhen.

Meinen in diesem § mitgetheilten Beobachtungen über die perforirenden Fasern des Balkens möchte ich nun noch folgendes beifügen: An mehr seitlichen sagittalen Schnitten durch das Knie des Balkens fiel mir auf, dass hier die Zahl der perforirenden Faserbündel eine ungemein grosse war, so gross, dass dieselben ganz unmöglich alle auf die *Striae Lancisii* bezogen werden können, doch bin ich vorläufig nicht im Stande zu sagen, wie dieselben zu deuten sind. Dieser Reichthum an perforirenden Fasern fand sich jenseits des *Septum*, jedoch im Bereiche des Vorderhornes.

§ 196.

Faserverlauf im *Fornix*, im Ammonshorne und in der *Fascia dentata*.

Suchen wir nach den gegebenen Schilderungen uns ein Bild über den Faserverlauf und die Bedeutung der einzelnen Theile des *Fornix*, des Ammonshornes und der *Fascia dentata* zu machen, so wird dasselbe nur unvollständig sein können, da vorläufig einzig und allein anatomische Thatsachen ausschlaggebend sind und weder die Entwicklungsgeschichte, noch Experimente, noch auch pathologische Erfahrungen zur Aufklärung herbeigezogen werden können. Gehen wir davon aus, dass das Ammonshorn bei den makrosmatischen Säugern seine grösste Entwicklung erlangt, so wird die erste Frage die sein, welche Beziehungen finden sich zwischen dem *Rhinencephalon* und dem Ammonshorne und lässt sich nachweisen, dass Fasern der Riechstrahlung zum Ammonshorne sich verfolgen lassen? Wir haben in einem früheren § gefunden, dass die Riechstrahlung 1. Ordnung von den *Fila olfactoria* der Geruchsschleimhaut zu den grossen und kleinen Pinselzellen im *Bulbus olfactorius* geht. In diesen, vor allem in den Mitralzellen, findet die erste Verarbeitung der peripheren Erregungen statt. Von diesen aus geht dann eine zweite Riechbahn durch die *Tractus olfactorii* zum *Lobus olfactorius* und *Lobus hippocampi* und erregt die *Neurodendren* dieser Abschnitte der grauen Substanz. Ob dieselben schon als Sitz bewusster Riechempfindungen zu gelten haben, ist zweifelhaft. Nähme man dies an, so würden die Axonen dieser Zellen als Associationsfasern anzusehen sein und sich fragen, wohin dieselben sich begeben. Am nächsten läge es, wie mir scheint, an den *Gyrus cinguli* und *hippocampi* zu denken und die Hypothese aufzustellen, dass die Riechneurodendren II. Ordnung ihre Axonen durch die Riechstrahlung des *Septum* und den *Fornix longus* um das Balkenknie herum und durch den Balken in den *Gyrus cinguli* und durch einen zweiten Theil des *Fornix* in das Ammonshorn senden. Diese Fasern wären als centripetale anzusehen und würden zu denselben Fasern gehören, wie diejenigen, die *Ramón* (Fig. 3 *a*, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 56), vom *Alveus* aus in die Pyramidenzellenschicht des Ammonshornes eintreten und in der ganzen Dicke des *Stratum radiatum, lacunosum* und *moleculare* sich verästeln sah, Elemente, die auch ich in derselben Weise fand. Aehnliche centripetale Fasern sind auch im *Gyrus fornicatus* oder *cinguli* bei Kaninchen, Mäusen und bei der Katze vorhanden, deren Beziehungen zum *Fornix longus* von mir schon früher aufgedeckt wurden.

Somit wäre beim Ammonshorne und dem *Gyrus fornicatus* eine centripetale mit der Riechsphäre zusammenhängende Leitung nachgewiesen und frägt sich nun, ob auch bei der *Fascia dentata* ähnliche Verhältnisse sich vorfinden. Dem ist in der That so, denn dieselbe Faserart, die aus dem *Alveus* in das Ammonshorn eintritt, findet sich auch in der *Fascia dentata* und lehren *Golgi*'sche Präparate mit Sicherheit, dass, wie *S. Ramón* in seiner Fig. 14 bei *a b* zeichnet, auch hier centripetal zwischen den Körnerzellen und oberhalb derselben sich verästelnde Fasern vorkommen.

Von den genannten centripetalen, der Riechstrahlung zuzuzählenden Fasern werden nun unzweifelhaft einmal alle Pyramidenzellen des Ammonshornes und zweitens alle Körnerzellen der *Fascia dentata* erregt und fragt es sich nun weiter, nach welchen Seiten und in welcher Weise diese *Neurodendren* ihre Wirkungen entfalten.

Was erstens die Pyramidenzellen anlangt, so ist leicht nachzuweisen und allgemein anerkannt, dass ihre Axonen vor allem in die *Fimbria* übergehen. Von den Riesenpyramiden und den Zellen in der Höhlung der *Fascia dentata* wird dies von Niemand bezweifelt und gehören wohl sicher auch ein Theil der kleinen Pyramiden in diese Kategorie. Die Mehrzahl dieser sendet dagegen, wie *S. Ramón* richtig annimmt, ihre Axonen in den *Alveus* und von diesem aus in das *Subiculum*, wo dieselben als centripetale Fasern enden und somit Ein Associationssystem zwischen dem *Subiculum* und *Gyrus hippocampi* einerseits und dem ersten Blatte des Ammonshornes andererseits bilden. Die Axonen dagegen, die in die *Fimbria* treten, gehen mit dieser in den *Fornix* über und theilen die Schicksale dieses Faserstranges. Ein Theil derselben kreuzt sich unter dem Balken im *Psalterium* und tritt auf die andere Seite, während ein anderer Theil auf derselben Seite bleibt. Beide gehen schliesslich zur Endverästelung der Fornixfasern im *Corpus mammillare* und den benachbarten Regionen, vielleicht auch durch die *Stria medullaris thalami* zum *Ganglion habenulae.*

Weiter wäre dann die Funktion der *Neurodendren* der *Fascia dentata* zu erörtern. Während *Sala* die Axonen dieser Zellen z. Th. in den *Alveus* und die *Fimbria*, z. Th. in das *Stratum zonale* des Ammonshornes und der *Fascia dentata* übergehen lässt, behaupten *Schaffer* und *S. Ramón*, wie wir oben sahen, dass die Moosfasern nicht über die Lage der Riesenpyramiden sich erstrecken und nur auf diese einwirken. Was mich betrifft, so nehme ich mit *S. Ramón* an, dass die Moosfasern die Körnerzellen mit den Riesenpyramiden in Verbindung setzen. Doch möchte ich noch weiter beifügen, 1. dass die Moosfasern auch auf die polymorphen Zellen der *Fascia dentata* und vor allem auf die kleineren unregelmässigen Pyramidenzellen des Endblattes des Ammonshornes innerhalb der Höhlung der *Fascia dentata* einwirken, und 2. dass ich für mich kein Gewicht auf die moosartigen Anhänge und die Auswüchse der Dendriten der Riesenpyramiden zu legen im Stande bin, welche letzteren sehr wahrscheinlich an natürlichen Objekten nicht vorhanden sind.

Von den Riesenpyramiden wäre nun noch zu bemerken, dass dieselben in Folge der Theilung ihrer Axonen in zwei Aeste, von denen der eine in die *Fimbria*, der andere in das *Stratum lacunosum* übergeht, auch auf die in der letztgenannten Schicht liegenden Zellen einzuwirken im Stande sind. *S. Ramón* nimmt ausserdem an (l. c. S. 658), dass diese *Schaffer*'schen Collateralen auch eine Verbindung zwischen den Riesenpyramiden und den kleineren Pyramiden des ersten Blattes des Ammonshornes herstellen, zu welcher Annahme mir keine Nöthigung vorhanden zu sein scheint, umsomehr als hier nicht dieselben Verhältnisse sich finden, wie im *Stratum zonale* der gewöhnlichen Hirnrinde.

Zum Schlusse bemerke ich noch, dass eine jede Schilderung der physiologischen Verhältnisse des Ammonshornes und der *Fascia dentata* für einmal sehr unvollkommen bleiben muss, da dieselbe eine grosse Anzahl eigenthümlicher

anatomischer Verhältnisse nicht zu verwerthen im Stande ist. Was wissen wir, um nur das am meisten in die Augen springende hervorzuheben, von der Bedeutung der grossen Menge *Golgi*'scher Zellen des II. Typus im *Stratum oriens*, im *Stratum radiatum* und in der Lage der polymorphen Zellen der *Fascia dentata*? was von den so auffallenden, von *Ramón* entdeckten intercellulären Plexus der Pyramidenlage und der Körnerschicht? Und so wären der Fragen noch viele aufzuwerfen, wenn man an die so verschiedenartigen Zellenformen denkt, die namentlich die Untersuchungen von *Schaffer*, *Lugaro* und vor allem die von *S. Ramón* zur Kenntniss gebracht haben.

§ 197.

Neuroglia und Ependymzellen des Gehirns.

Wenn ich hier noch einmal auf die *Neuroglia* des centralen Nervensystems zu reden komme, nachdem ich bereits in § 129 auf S. 136—153 diesen Gegenstand im Allgemeinen, auch unter Berücksichtigung des Gehirnes, und, wie ich glaube, im Wesentlichen abschliessend behandelt habe, so veranlasst mich dazu vor allem der Umstand, dass seit dem Erscheinen der ersten Hälfte dieses Werkes zwei grosse Arbeiten über dieses Thema erschienen sind und zwar einmal die von *Retzius* (Biolog. Unters. N. F. Bd. V 1893, 2. Studien über *Ependym* und *Neuroglia* S. 9—26 Taf. V—VIII und Bd. VI 1895. 1. Die *Neuroglia* des Gehirns beim Menschen und bei Säugethieren S. 1—28 Taf. I bis XIII) und zweitens die Festschrift von *Weigert* (Beiträge zur Kenntniss der normalen menschlichen *Neuroglia* 1895, 149 S. XIII Tafeln). Von diesen Arbeiten muss in erster Linie die letzte berücksichtigt werden, da dieselbe mit Bezug auf die Auffassung der Gliaelemente einen besonderen Standpunkt einnimmt, der im Anschlusse an die Darstellungen von *Ranvier* (s. oben S. 148 u. flgde.) den Gliafasern eine mehr selbständige Rolle zuschreibt und dieselben nicht als Ausläufer von Zellen ansieht. *Weigert* hat an den Nachweis dieser Verhältnisse eine grosse Mühe und Jahre lange Untersuchungen gewendet und ist bei der Verfolgung der Gliaelemente der Entdecker einer neuen Methode geworden, durch welche es möglich ist, die Gliafasern und alle Kerne des Nervengewebes blau zu färben (S. 128—145), welche Methode jedoch für einmal den Nachtheil besitzt, dass dieselbe nur beim Menschen Ergebnisse liefert und bei Thieren nicht anzuwenden ist. Nach der neuen *Weigert*'schen Methode färben sich ferner die Zelleiber der grösseren Ganglienzellen gelb, ebenso gröbere Zellenausläufer und Achsencylinder, während die feineren unsichtbar sind, ebenso wie die Zelleiber der kleineren Ganglienzellen und die Leiber der Neurogliazellen. Unter den Gliakernen nun unterscheidet *Weigert* grössere bläschenförmige, mit körnig aussehendem *Chromatin* und kleinere, in denen das *Chromatin* eine homogene dunkle Masse darstellt, Bildungen, zwischen denen jedoch Uebergänge vorkommen. Die Beweise, die *Weigert* für die Annahme einer Selbständigkeit der Gliafasern anführt, sind wesentlich zwei. Einmal erscheinen sehr viele Gliakerne, namentlich vielleicht sämmtliche kleine, in keiner bestimmten Beziehung zu Gliafasern, sodass sie mit solchen zusammen als sternförmige Zellen (*Deiters*'sche oder *Golgi*'sche Zellen, Astrocyten) erschienen, vielmehr sind diese Kerne von regellos gelagerten Fasern umgeben, und zweitens sind auch an typischen solchen Zellen die Gliafasern in keiner Verbindung mit den Zellen.

Ohne weiter auf die sehr ausführlichen Darlegungen von *Weigert* einzugehen, bekenne ich offen, dass ich auch nach Kenntnissnahme und sorgfältiger Erwägung derselben keinen Grund finde, von den Ansichten abzugehen, die ich in § 129 aufgestellt habe, für welche seither auch *v. Lenhossék* sich ausgesprochen hat (l. c. S. 176—248) und beschränke ich mich darauf, noch einmal die Hauptthatsachen anzugeben, auf die ich mich stütze.

In erster Linie betone ich, dass die Gliazellen, wie *Golgi*, *Gierke*, *Ranvier*, *Vignal* und *ich* gezeigt haben, nicht nur mit der *Golgi*'schen Methode, sondern auch auf anderen Wegen (s. S. 147) sehr leicht sich isoliren lassen und in diesem Falle als Zellen mit Kern und *Protoplasma* sich ergeben (Figg. 808, 809), von welchem aus, wie ich behaupte, die Ausläufer als unmittelbare Fortsätze in der grossen Mehrzahl der Fälle leicht zu verfolgen sind. Wenn

Fig. 808.

Weigert bei seiner Methode auch das *Protoplasma* der Gliazellen gefärbt erhalten hätte, so würden alle Zellen, die auf seiner Taf. I Fig. 1 als Zellen mit selbständigen Fasern dargestellt sind, als echte sternförmige Zellen sich ergeben haben. So wie dieselben gezeichnet sind, stellen sie übrigens auch eigenthümliche Beweise für die Annahme durchgehender Fasern dar. In der Fig. A—D sind zahlreiche, den Kernen anliegende einseitige Bogenfasern zu sehen, die sehr einfach sich erklären, wenn man dieselben als Ränder von Protoplasmafortsätzen deutet, wie z. B. die mittlere grosse Zelle in Fig. 808 dies zu belegen im Stande ist, und weiter annimmt, dass die Fortsätze der Gliazellen, je weiter dieselben vom Zellkörper und dessen *Protoplasma* abstehen, eine um so festere

Fig. 808. Drei sternförmige *Golgi*'sche Zellen und zwei frei gewordene Zellenkörper derselben aus dem Marke des Ochsen. Behandlung mit dünner *Müller*'scher Flüssigkeit und mit Karmin. Starke Vergr.

Beschaffenheit und wohl auch etwas abweichende chemische Zusammensetzung annehmen, aus welchem Grunde dieselben den *Weigert*'schen Farbstoff annehmen, das Zellenprotoplasma dagegen nicht. In Betreff der chemischen Natur der *Neuroglia* lassen uns übrigens auch die *Weigert*'schen Untersuchungen vollkommen im Stich.

Zweitens giebt es echte Gliazellen, deren ganzes Verhalten gegen die Annahme spricht, dass ihre Ausläufer nur durchgehende Fasern seien und das sind alle Zellen, die an die Gefässe sich ansetzen. Die betreffenden Fortsätze sind nämlich in der Regel so dick, dass nicht daran zu denken ist, dieselben als Fortsetzungen von Ausläufern der entgegengesetzten Seite anzusehen, wie die Fig. 810 wohl deutlich lehrt.

Drittens muss ich *Weigert* direkt widersprechen, wenn er behauptet, dass die kleineren, nach seiner Methode sich färbenden Kerne nicht als Centra von Strahlensystemen sich ergeben, mit anderen Worten, dass beim Erwachsenen viele Neurogliafasern bestehen, die gar keine Beziehungen zu Zellen haben. Nach meinen Erfahrungen sind solche Fasern gar nicht vorhanden und behaupte ich, dass in allen Gegenden, in denen *Weigert* so etwas gefunden zu haben glaubt, mit der *Golgi*'schen Methode typische Gliazellen nachzuweisen sind. *Golgi*'s, *Gierke*'s und meine Beobachtung, dass in Zerzupfungspräparaten nicht selten freie Zellenkörper ohne Ausläufer vorkommen, können auch nicht zu Gunsten von *Weigert* gedeutet werden, da solche Zellen möglicherweise verstümmelte oder von den Gliafasern abgelöste Theile sind, worüber S. 150 nachzulesen ist.

Fig. 809.

Fig. 809. Aus dem Marke des Ochsen, Längsansicht eines Theiles des Seitenstranges. Die sternförmigen *Golgi*'schen Zellen, von denen eine frei liegt, senden nach allen Richtungen feine Fasern aus, die mit dichten Zügen die Nervenfasern umgeben. *Müller*'sche Flüssigkeit und Karmin. Starke Vergr.

Mit Bezug auf die Gestalten, die die Gliazellen nach der *Golgi*'schen Methode annehmen, habe ich nun noch eine, wie ich glaube, nicht unwichtige Bemerkung einzuflechten und das ist die, dass die Ausläufer der Gliazellen beim Erwachsenen in der Regel glatt sind und keinen Besatz von Dornen, Stacheln, haarähnlichen Bildungen, moosartigen Anhängen, Varikositäten u. s. w. zeigen, der in manchen Abbildungen zu sehen ist. Alle Abbildungen von *Golgi* (Sui Gliomi del Cervello con tavola in Rivista sperim. di Freniatria 1871, Gesamm. Abh. S. 56 V Taf. II), ebenso wie die meinen und die von *v. Lenhossék*

Fig. 810.

(Der feinere Bau des Nervensystems 2. Aufl. Taf. I Holzschnitt Fig. 20—22) zeigen die Ausläufer der Gliazellen glatt und dies halte ich für das einzig richtige, wogegen *S. Ramón, v. Gehuchten* und viele anderen dieselben z. Th glatt, z. Th. mit einem Besatze von Dornen darstellen. Aus den umfassenden Untersuchungen von *Retzius* geht soviel mit Sicherheit hervor, dass bei Embryonen und jungen Geschöpfen die moosartigen Anhänge der Gliazellen in der ausgeprägtesten Weise vorkommen, während solche bei erwachsenen Geschöpfen theils

Fig. 810. *Golgi*'sche Zellen (Kurzstrahler) aus der Hemisphärenrinde des Kaninchens, die verschiedentlich an die Gefässe sich ansetzen. Starke Vergr. *(Golgi)*.

ganz fehlen, theils nur in geringem Maasse vertreten sind (man vergleiche besonders die Taf. I—V des VI. Bandes von *Retzius*). Und selbst in diesem Falle möchte ich mir die Frage erlauben, die ich für alle moosartigen Anhänge der Gliazellen im Allgemeinen stellen muss, wie viele von diesen Anhängen auf Rechnung der *Golgi*'schen Methode kommen, wie viele natürliche Bildungen sind. Zu dieser Frage ist man wohl berechtigt, wenn man sich erinnert, dass bei den Dendriten der Nervenzellen der dornartige Besatz, das moosartige stachelige Aussehen, doch mit grosser Wahrscheinlichkeit als Kunstprodukt zu deuten ist. Ich könnte daher nur in dem Falle solche Anhänge der Gliazellen als normale Bildungen ansehen, wenn es gelänge, dieselben auch an noch anderen Methoden, als der *Golgi*'schen, dargestellten solchen Elementen zu sehen, was bis jetzt Niemand gelungen ist, wie die Abbildungen von *Golgi*, *Gierke*, *Ranvier*, *mir* selbst u. A. lehren. Alle Beachtung verdient in dieser Frage sicherlich auch, dass *Weigert* an den nach seiner Methode gefärbten Gliafasern keinerlei solche Anhänge fand, obschon er auf seiner Taf. II und III auch Darstellungen von Kindern giebt. Ebensowenig scheint die pathologische Anatomie solche Anhänge zu kennen, wie die alte Abbildung von *Golgi* lehrt und neuerdings auch *H. Stroebe* (Ueber Entstehung und Bau der Hirngliome in *Ziegler*'s Beiträgen Bd. 18 S. 405—486 Taf. IX Figg. 5, 6 u. 7) belegt. Ich füge nun noch eine Reihe Einzelnheiten an, die aus den neuesten Untersuchungen sich ergeben. *Retzius* hat, gestützt auf seine umfangreichen Beobachtungen, die Gliazellen

Fig. 811.

Fig. 811. Durchschnitt durch eine Windung des *Cerebellum* eines Kätzchens von 11 Tagen. *Golgi*. Geringere Vergr. *a* äussere Körnerlage der Molekularlage; *b* innere gestreifte Lage derselben; *c* *Purkinje*'sche Zellen; *d* rostfarbene Lage; *e* Nervenfasern der Marksubstanz oder Moosfasern mit peripheren Verästelungen; *f* Gliazellen, deren Zellenkörper zum Theil tief in der rostfarbenen Lage sitzt, während ihre Enden die ganze Molekularlage dicht durchziehen.

in eine grössere Zahl von Unterabtheilungen gebracht, die er folgendermassen benennt: I. Sternstrahler, die in Kurzsternstrahler und Langsternstrahler (meine Kurzstrahler und Langstrahler) zerfallen. II. Schwanzstrahler, bei denen lange Ausläufer nur nach einer Seite abgehen (*Lloyd Andriezen* in Brit. Med. Journ. 1893 S. 228 Fig. 1; *Retzius* VI Taf. III Fig. 1 und 4 Taf. IV Fig. 1 und 4), die in Kurz- und Langschwanzstrahler sich theilen. Ausserdem werden noch III. Fusssternstrahler, IV. Doppelschwanzstrahler und V. Flächenstrahler unterschieden. Wenn ein Bedürfniss sich ergiebt, die verschiedenartigen Formen meiner Langstrahler zu benennen, so lassen sich die Namen sub II—V brauchen, doch scheint mir, dass diese ganze Abtheilung für den Hausgebrauch in die Abtheilung meiner Langstrahler gebracht werden könnte.

Ferner haben wir durch *Claudio Sala y Pons* eine vergleichende Arbeit über die *Neuroglia* der Wirbelthiere erhalten (La neuroglia de los vertebrados Barcelona 1894, 41 S. 15 Holzschnitte), die die bisher ermittelten Thatsachen erweitert und in einem späteren § ausführlicher berücksichtigt werden soll.

In Betreff der *Neuroglia* des Gehirns sind namentlich die neuen Untersuchungen von *Retzius* massgebend, die ich nach allen Seiten bestätigt finde. Einen Punkt muss ich jedoch als vielleicht noch nicht hinreichend geklärt hervorheben. Wenn man *Golgi*-Präparate untersucht, so findet man viele Stellen in grauer und weisser Substanz, die nur wenige oder selbst gar keine Gliazellen enthalten und wiederum andere, die solche in Hülle und Fülle zeigen. Man könnte so zur Annahme sich veranlasst sehen, dass grosse Wechsel im Vorkommen der Gliazellen sich finden. Eine solche wäre jedoch ganz ungerechtfertigt und muss ich wenigstens den Satz vertheidigen, dass im Allgemeinen alle Theile der Nervensubstanz sehr reich an Gliazellen sind und dass keine Stellen im centralen Nervensysteme des Menschen und der Säuger vorkommen, die keine solchen Zellen oder nur wenige enthalten. Gewisse geringere Unterschiede kann ich zugeben, allein in der grossen Mehrzahl der Fälle ist die Menge der Gliazellen eine ganz kolossale, so dass wie im Marke (Fig. 809) und im kleinen Hirn (Fig. 811) Zelle an Zelle und Fasern an Fasern sich finden und man sich erstaunt frägt, wo die nervösen Elemente noch Platz haben. Natürlich kommt die Form dieser Elemente auch in Betracht und werden dichte Haufen grosser Zellen weniger Gliaelemente besitzen, als kleinere und spärlichere Zellen.

Ependymzellen und Fasern spielen bei der ersten Entwicklung des Gehirns eine grosse Rolle, wie im nächsten § dargelegt werden wird, dagegen finden sich beim Menschen in späteren Zeiten, so viel man weiss, nur Reste von Ependymfasern (Fig. 412) und auch bei den grösseren Säugethieren spielen solche nach vollendeter Entwicklung eine ganz untergeordnete Rolle (s. Fig. 411).

§ 198.

Entwicklung der Elemente des Gehirns.

Die Entwicklung der Organe des Gehirns, d. h. der Nervenkerne und Nervenbahnen, ist noch zu wenig untersucht, als dass man dieselbe als Ausgangspunkt einer zusammenhängenden Darstellung wählen könnte. Zwar ist durch die schönen Beobachtungen von *Flechsig* und seinen Schülern, *v. Bechterew* vor allen, über das allmähliche Auftreten der markhaltigen

Bahnen und ferner durch die nicht minder werthvollen Forschungen von *His* über die Organentwicklung im Rautenhirne ein vorzüglicher Grund in diesem Gebiete gelegt worden, allein derselbe genügt doch lange noch nicht zu einer zusammenfassenden Darstellung und so beschränke ich mich auf die Schilderung der Ausbildung der Elemente, mit Bezug auf welche mir auch eine Reihe von Untersuchungen an *Golgi*'schen Präparaten des Menschen zu Gebote stehen, die, abgesehen von *Retzius* (Unters. Bd. V, VI), noch Niemand nach dieser Seite verwerthet hat.

Die erste histologische Entwicklung des Gehirns habe ich schon vor Jahren beim Kaninchen Schritt für Schritt verfolgt (Entwicklungsgeschichte 2. Aufl. 1879 S. 570—581) und wiederhole ich hier nur die Hauptergebnisse, die ich in folgende Sätze brachte.

1. Die Wand aller Hirnabtheilungen besteht ursprünglich aus gleichartigen verlängerten und radiär gestellten Zellen.

2. In zweiter Linie entsteht in dieser Wand eine Scheidung in zwei Lagen, von denen die äussere die Anlage der grauen Substanz enthält.

3. Die weisse Substanz erscheint z. Th. als oberflächlicher Belag, z. Th. im Innern der Hirnwand und besteht ursprünglich überall aus feinsten kernlosen Fäserchen, weshalb auch hier, wie beim Marke, anzunehmen ist, dass dieselbe ursprünglich einzig und allein aus Ausläufern der Nervenzellen besteht.

4. In der Wand der Hemisphären differenziren sich beim Auftreten der grauen Substanz drei Lagen, eine mittlere zellenreiche und eine äussere und innere zellenarme. In die innere zellenarme wächst die Hirnstiel- und Balkenfaserung ein und wird dieselbe so zur weissen Substanz der Hemisphären und zum Ependym der Hirnhöhlen, während die äussere zellenarme Lage unter Entwicklung eines schwachen Faserbelages zu den äusseren Theilen der grauen Rinde, die mittlere Lage zur Hauptmasse der grauen Substanz sich gestaltet.

Neuere Untersuchungen bei menschlichen Embryonen haben mir gezeigt, dass auch hier wesentlich dieselben Bildungsgesetze obwalten, wie beim Kaninchen.

Ein Embryo von 13 mm Länge der sechsten Woche zeigte die Wand des Vorderhirns seitlich neben dem Vorsprunge des *Corpus striatum* im Ganzen 0,24 mm dick und ganz und gar aus Zellen gebildet, doch war eine innere Lage von 0,135 mm Dicke durch ihre in Karmin dunklere Farbe und dichtere Stellung ihrer länglichen Zellen leicht von einer helleren lockerer gebauten Schicht von rundlichen Zellen von 0,108 mm Dicke zu unterscheiden. Verfolgte man die Wand der Hirnblase dorsalwärts, so verdünnte sich dieselbe nach und nach auf 0,080 mm und verlor sich auch die äussere rundzellige Lage bis auf die letzte Spur, um dann aber an der die grosse Hirnspalte begrenzenden Wand mit einer Dicke von 0,021—0,027 mm wieder aufzutreten, während die innere Lage 0,111 bis 0,117 mm betrug.

Sehr bald tritt dann im Laufe der weiteren Entwicklung eine dritte oberflächliche Faserlage auf, die anfänglich ganz zellenfrei ist und bei starken Vergrösserungen horizontale und radiäre Fäserchen zeigt, von denen ich die ersteren für Nervenfasern, die letzteren für Ependymfasern halte, da dieselben an der äussersten Oberfläche dieser Lage allein vorkommen und pallisadenartig eine neben der andern stehen. Weiter wird dann die äussere Rundzellenschicht auf Kosten der Spindelzellenlage immer mächtiger und tritt in der Tiefe der

ersteren eine helle Zone auf, die viele horizontale Fasern und weniger Zellen enthält. Damit ist der Anfang der weissen innern Schicht der Hemisphären, des *Centrum semiovale,* gegeben, welches nun je länger umsomehr an Mächtigkeit gewinnt. Die Nervenzellen sah ich an *Golgi*-Präparaten von Embryonen von 4 und $4^1/_2$ Monaten und fand dieselben viel unentwickelter als *Retzius* sie zeichnet und kurz beschreibt (Bd. V S. 6, Bd. VI S. 32 Taf. XV, Embryo von 28 cm Fig. 1; Taf. XVI Fig. 5 und Taf. XVII Fig. 1) und nur in einer oberflächlichen dünnen Lage dicht gedrängt beisammen liegend. Verfolgt man die Entwicklung derselben, so ergeben sich als jüngste Stadien die von birnförmigen oder spindelförmigen Zellenkörpern mit glatter Oberfläche, die nur an den Enden zwei Fortsätze besitzen, einen sehr feinen Axon und einen aufsteigenden ungetheilten Dendritenstamm (Fig. 814). Bei älteren Embryonen von 23 cm Länge aus dem 7. Monate theilten sich die Dendriten nach kürzerem oder längerem Verlaufe zwei- oder dreimal unter spitzen Winkeln und endeten frei. Solche Zellen fanden sich bei diesem Embryo in der äussersten Lage der Rinde, dicht unter den *Retzius*'schen Zellen (s. § 179) in grosser Anzahl (Fig. 812), jedoch gemengt mit anderen, die dadurch einen weiteren Fortschritt bezeugten, dass von ihrem Zellenkörper ein oder zwei feine kurze Fäserchen nach der Seite oder auch nach abwärts ausgingen, die ersten Spuren der Basaldendriten. Diese Elemente waren den von *Retzius* Bd. V Taf. I Fig. 1 vom Hunde abgebildeten täuschend ähnlich, nur dass dieselben eine

Fig. 812.

Fig. 812. Junge Pyramidenzellen aus dem Gehirne eines 23 cm langen menschlichen Embryo des 7. Monats, stark vergrössert. *a* Zellen ohne Basaldendriten; *b* Zellen mit den ersten Andeutungen solcher; *c* Zellen mit gut entwickelten Basaldendriten.

oberflächlichere Lage hatten und oft dicht gehäuft standen, in welcher Beziehung die Fig. 1 Taf. XV in Bd. VI noch entsprechender ist. Bei demselben Embryo fanden sich übrigens in grösserer Tiefe der grauen Hirnrinde, die im Ganzen 1,26 bis 1,44 mm betrug, während das *Stratum zonale* mit den *Retzius*'schen Zellen 0,09—0,10 mm mass, auch eine nicht unbedeutende Anzahl viel entwickelterer Zellen, die sowohl durch die Grösse ihrer Zellenkörper, als auch durch die zahlreichen Basaldendriten und Seitenästchen der Spitzendendriten an die grösseren Pyramiden der fertigen Rinde erinnerten, mit dem grossen Unterschiede jedoch, dass alle diese Ausläufer ungemein zarte und kürzere Fäserchen waren. Bei *Retzius* fand ich keine Abbildungen solcher Entwicklungsstadien, weder von menschlichen noch von thierischen Embryonen und verweise ich daher auf die Fig. 812 *c* und auf Fig. 726, die annähernd ähnliches wiedergiebt.

Ein Embryo von 34 cm Rumpflänge, der als nahezu ausgetragen anzusehen ist, zeigte eine graue Hirnrinde von 2,56 mm. Das *Stratum zonale* mit den *Retzius*'schen Zellen (s. § 179) mass 0,10 mm. Darunter folgte eine Lage dicht gehäufter Zellen, die allmählich in eine etwas lockerer gebaute hellere Schicht überging und deren Dicke daher nur annähernd auf 0,10—0,14 mm zu bestimmen war. Die hellere Zellenlage betrug 1,57—1,61 mm und wurde in der Tiefe recht scharf abgegrenzt durch eine Lage mit zahlreichen, schief und horizontal verlaufenden, z. Th. sehr feinen, z. Th. etwas stärkeren Nervenfasern von 0,57—0,70 mm Dicke, auf welche dann fast unmittelbar weisse Substanz zu folgen schien, die durch zahlreiche etwas stärkere variköse Nervenfasern sich auszeichnete, deren Mehrzahl senkrecht und schief aufsteigend verlief.

Die Pyramidenzellen anlangend so gab dieser Embryo den wichtigen Aufschluss, dass dieselben von aussen nach der Tiefe sich entwickeln. Es fanden sich nämlich, trotz der Mächtigkeit der Hirnrinde, immer noch die allerjüngsten bei dem vier- und siebenmonatlichen Embryo gefundenen Stadien in grösster Zahl in der alleräussersten Lage der Zellenschicht, dicht am *Stratum zonale*. Weiter einwärts kamen dann Zellen mit zarten kürzeren Basaldendriten und in der Lage der tangentialen Fasern Elemente mit starken, langen, ganz ausgebildeten Protoplasmafortsätzen, so dass mithin in einem und demselben Schnitte fast alle Entwicklungsstadien der Pyramidenzellen zu sehen waren. Ich bemerke übrigens, dass in der Tiefe unter den grösseren und entwickelteren Pyramidenzellen auch einige mit aufsteigendem Achsencylinder (*Martinotti*'sche Zellen) zu sehen waren, wie schon *Retzius* solche bei einem 14 cm langen Hundefötus beobachtete (Bd. V Taf. I Fig. 1 und 2). Es scheinen daher diese Elemente, denen vielleicht eine wichtige Funktion zukommt, früh sich zu entwickeln. Ferner möchte ich hervorheben, dass in der Lage der tangentialen Fasern eine gewisse Zahl schief verlaufender stärkerer Elemente sich fanden, die wie die früher beschriebenen centripetalen *Ramón*'schen Fasern (s. § 180) sich verhielten und nach aussen zu sich verästelten, Elemente, die bisher beim Menschen noch nicht beobachtet worden sind.

Fassen wir das bisher über die Entwicklung der Hirnrinde Gesagte zusammen, so ergiebt sich als erstes Stadium eine dicke Lage ganz gleichartiger ektodermaler Zellen. Zweitens sondert sich diese Schicht in zwei, eine äussere granulirte Lage mehr rundlicher Elemente und eine innere, die ihren ursprünglichen Charakter des primitiven Ependyms beibehält. Drittens entstehen, während die körnige

Lage an Menge zunimmt und die Ependymschicht sich gleich bleibt oder vielleicht noch sich verdickt, die ersten Pyramidenzellen in den oberflächlichsten Schichten der Körnerlage aus Elementen derselben, die man mit *His* als Neuroblasten bezeichnen kann, wenn man mit diesem Worte keinen zu spezifischen Begriff verbindet. Die allerersten Stadien der Neuroblasten sind beim grossen Gehirne des Menschen noch nicht beobachtet, doch ist nicht zu bezweifeln, dass was *His* (Abh. d. sächs. Akademie Bd. XV 1889) beim Marke entdeckte und was später *Ramón* (Anat. Anz. Jahrg. V 1890 S. 609), *v. Lenhossék* (Verh. d. X. internat. med. Congr. in Berlin 1890 Bd. II S. 115) und *Retzius* (Biol. Unt. Bd. V 1893 S. 48) bestätigten, auch für das Gehirn gilt, das nämlich, dass von den Nervenzellen zuerst der Axon und erst in zweiter Linie die Dendriten entstehen. Die weitere Entwicklung der einmal angelegten Nervenzellen spielt sich dann so ab, dass während die Dendriten immer mehr sich verlängern, die eben gebildeten Zellen je länger um so mehr in die Tiefe rücken, bis sie ihre volle Ausbildung und spätere Stellung erlangt haben. Demzufolge wäre in der Körnerzone der embryonalen Hirnrinde die äusserste Lage als die eigentliche Bildungszone zu betrachten und die grössten Pyramiden die zuerst gebildeten, die kleinen oberflächlichen die zuletzt entstandenen. Damit soll jedoch nicht gesagt sein, dass die Körnerzonen nicht auch Zellen liefern, die nicht von aussen nach innen wuchern und möchte ich glauben, dass alle kleineren Zellen derselben, d. h.

Fig. 813.

Fig. 813. Frontalschnitt durch das Gehirn eines Schafembryo von 2,7 cm Länge. 10 : 1, = der Fig. 323 meiner Entwicklungsgeschichte, 2. Aufl., S. 522; siehe die dazu gehörende Fig. 321 desselben Werkes. Seitlich sieht man noch eine Spur der Pigmentschicht des Auges. *Thalamus* und *Corpus striatum* sind in der Tiefe verschmolzen und begrenzt der unterste Theil der lateralen Oberfläche des *Thalamus* den *Ventriculus lateralis*, welche Gegend später zum lateralen Abschnitte der oberen Fläche des *Thalamus* wird oder zur Zone zwischen der *Stria cornea* und der Anhaftungsstelle des *Plexus lateralis*. *a Ala parva; am Ala magna; c* Hirnstielfaserung; *c'* Ausstrahlung derselben in die laterale Wand der *Hemisphære*; *d* Deckplatte des *Ventriculus III*; *e Ventriculus lateralis* mit dem *Plexus lateralis pl*; *f* primitive Sichel *h* in den *Ventriculus lateralis* vorspringende Windung (Ammonswindung); *mk Meckel'*scher Knorpel; *p Pharynx*; *sa Sphenoidale anterius*; *st Corpus striatum*; *t Ventriculus III*; *th Thalamus opticus*; *to Tractus opticus*.

die Pyramidenzellen, deren Dendriten das *Stratum zonale* nicht erreichen, die Zellen der polymorphen Lage, die *Martinotti*'schen Zellen und die *Golgi*'schen Zellen des II. Typus in der Körnerlage in loco sich entwickeln.

Von der Entstehung der weissen Substanz im Gehirn ist vom Menschen nichts bekannt, doch wird es wohl erlaubt sein, meine Beobachtungen am Kaninchen auch auf den Menschen zu übertragen (Fig. 813) und nehme ich demzufolge an, dass ein Theil dieser Substanz von der Gegend der Hirnstiele aus in die Ganglien und durch dieselben in die Rinde einwuchert und in dieser von der Ventralseite nach der Dorsalseite weiter wächst (siehe meine Entwicklungsgesch. 2. Aufl., S. 580, Fig. 319, 321, 332). Ein anderer Theil der weissen Substanz muss aber in umgekehrter Richtung von der Rinde gegen die Basis und gegen den Balken zu sich entwickeln; doch ist in Betreff dieser Faserungen nur das bekannt, was *Golgi*'sche Präparate bei menschlichen und thierischen Embryonen mit Leichtigkeit lehren. Hier sah ich, wie oben mitgetheilt wurde, Axonen von Pyramidenzellen schon im vierten Monate die graue Rinde in ihrer ganzen Dicke durchziehen. Möglicherweise hat auch schon *Lubimoff* (Virch. Arch. Bd. 60) in seiner Fig. 1 auf Taf. VII in den schiefen Fasern der Schicht *eg* etwas derartiges dargestellt, doch ist es mir fast wahrscheinlicher, dass ein Theil der fraglichen Strichelung auf Ependymfasern sich bezieht, die ich bei menschlichen Embryonen früher erkannte, als Nervenfasern.

Die Theile der Nervenfasern des Gehirns, die zuerst sich bilden, sind marklose Achsencylinder und hebe ich angesichts neuer abweichender Anschauungen und Behauptungen speziell hervor, dass es stets eine einzige Zelle ist, die einer gesammten Nervenfaser den Ursprung giebt, und dass noch Niemand an marklosen Nervenfasern des embryonalen Gehirns oder Rückenmarkes Kerne oder Zellen wahrgenommen hat. Einmal angelegt entwickeln dann die primitiven blassen Nervenfasern einem grossen Theile nach Nervenmark und werden so zu markhaltigen oder weissen Nervenfasern. Diese Umwandlung geschieht, wie das Studium der Entwicklung der peripheren Nervenfasern mit Bestimmtheit lehrt, ohne Ausnahme vom Centrum nach der Peripherie, mit anderen Worten von den Nervenzellen aus gegen die Endverästelungen der Axonen zu, findet aber, wie *Flechsig* zuerst nachgewiesen hat, in den Centralorganen nicht überall gleichzeitig statt, sondern in den einen grösseren Bahnen früher, in den anderen später und diese, allem zufolge, gesetzmässige Entwicklung des Markweisses, wie *Flechsig* diesen Vorgang nennt, giebt wichtige Fingerzeige über den Verlauf bestimmter Bahnen. Mit Bezug auf die von *Flechsig* in dieser Beziehung gefundenen Thatsachen verweise ich auf seine ausführlichen Darstellungen (Die Leitungsbahnen im Gehirne und Rückenmarke des Menschen. Leipzig 1876) und erwähne nur, dass gegen das Ende des Fötallebens noch marklos sind alle Fasern der Hemisphären, der *Thalami optici*, viele der Vierhügel und des *Cerebellum*, die Pyramidenbahn in den Hirnstielen, der Brücke und der *Medulla oblongata* und ihre Fortsetzung in die Seitenstränge der *Medulla spinalis*, die *Goll*'schen Stränge, welche Theile dann alle bis zum vierten Monate nach der Geburt ebenfalls ihr Markweiss erhalten, in welcher Beziehung nur das hervorgehoben werden soll, dass im Allgemeinen das Markweiss von unten nach oben fortschreitet, wogegen in der Pyramidenbahn das Umgekehrte statthat, mit welcher Aufstellung übrigens nicht gesagt sein soll, dass nicht allerwärts das Nerven-

mark von den Nervenzellen aus gegen die letzten Enden ihrer *Neuraxonen* sich bilde, für welche Annahme auch schon *Flechsig* sich ziemlich bestimmt ausgesprochen hat. Diesen Schilderungen über die histologische Entwicklung der Rinde des grossen Gehirns werden sich später, bei fortschreitender Erkenntniss noch diejenigen über viele andere Theile des Gehirns, wie über den Streifenhügel, den *Thalamus opticus,* die Vierhügel, das *Cerebellum* und die *Medulla oblongata* anreihen lassen, doch sind für einmal die Erfahrungen über alle diese Theile noch sehr spärlich. Was über die Entwicklung der Kopfnerven und des Rautenhirns bekannt ist, findet sich im § 146 wiedergegeben. Ueber die Entwicklung der *Purkinje*'schen Zellen finden sich einige Angaben auf S. 350 und über die von *Vignal* entdeckte äussere Körnerlage der Rinde des *Cerebellum* handelt die Anmerkung des § 150 auf S. 369. Seither hat auch *Retzius* (Biologische Untersuchungen VI) noch einige Angaben über diese Lage veröffentlicht, die jedoch auch noch keine volle Aufklärung brachten.

Fig. 814.

Ueber die *Neuroglia*-Elemente des Gehirns von Embryonen liegen für die Säugethiere schon eine grosse Zahl von Untersuchungen vor, die alle lehren, dass in den jüngsten Stadien nur Ependymfasern sich finden, die die ganze Dicke der Hirnwand durchziehen. Vom Menschen verdanken wir einige Angaben über diese Verhältnisse beim Rautenhirne *His*, doch gab erst die *Golgi*'sche Methode genauere Aufschlüsse, über welche *Retzius* in seiner Biol. Unt. Bd. V und VI Einzelnes mittheilt. Ich selbst habe bei einem menschlichen Embryo von 9 cm Länge in der gesammten Dicke der Hirnwand ein wunderbar schön entwickeltes System von Ependymfasern gefunden, an dem mir

Fig. 814. Senkrechter Schnitt durch die Wand des grossen Gehirns eines Fötus von 4 Monaten 25 Tagen. Gez. bei Syst. IV, Oc. III, k. Tub. *e* Ependymzellen in mehrfachen Lagen und Ependymfasern nur bis etwas über die Hälfte der Hirnwand sich erstreckend; *p* Pyramidenzellen mit Axonen und Dendriten in erster Entwicklung.

vor allem auffiel, dass die Zellenkörper, von denen die Fasern an der Hirnhöhlenoberfläche ausgingen, in vielfachen, 6—8 und mehr Reihen übereinander standen und eine geschichtete Lage bildeten, die ganz an ein geschichtetes Epithel erinnerte und in dieser Ausbildung noch bei keinem Thiere gesehen wurde. Bei diesem Embryo betrug die ganze Dicke der Hirnrinde 0,6—0,7 mm und bestand von aussen nach innen aus einem *Stratum zonale*, einer an kleinen dichtgedrängten Zellen reichen Körnerlage von 0,21—0,26 mm, einer hellen mittleren Schicht, der Anlage der weissen Substanz, die arm an Zellen war, von 0,26 mm, endlich einer zellenreichen Ependymlage von 0,18 mm. Von dieser Lage waren die Zellen der tiefen Hälfte alle in Ependymfasern ausgewachsen, die die äussere Oberfläche des Gehirns erreichten. Bei einem zweiten Embryo von etwas über vier Monaten, von dem die Fig. 814 stammt, war die 1,28 mm dicke Hirnwand ebenfalls aus drei Lagen gebildet, zwei zellenreichen und einer mittleren zellenarmen. Die Lage mit den in Fasern ausgewachsenen Ependymzellen betrug 0,14 mm und gingen die Ependymfasern über die halbe mittlere Lage hinaus, wo sie zahlreiche Theilungen zeigten. Dagegen fanden sich in der äusseren Körnerlage von 0,50 mm Durchmesser keine Ependymfasern mehr, wohl aber, wie schon erwähnt, eine grosse Menge von Pyramidenzellen in den ersten Stadien der Entwicklung der Dendriten, aber bereits mit langen Axonen, an denen jedoch alle Collateralen fehlten. Bei den beiden eben geschilderten Embryonen fand sich auch die ganze *Medulla oblongata* von der Rautengrube aus von einem dichten Systeme von Ependymfasern durchzogen, die jedoch von einer einfachen Zellenschicht ausgingen, wie dies auch später bei der Hirnrinde solcher Embryonen der Fall ist.

Die Entwicklung der echten Neurogliazellen macht sich unzweifelhaft beim Gehirne wie beim Marke (§ 129) und finden sich echte Kurzstrahler und Langstrahler schon bei Embryonen des dritten Monats vor.

§ 199.

Physiologische Schlussbetrachtungen über die Funktionen der Elemente des Gehirns.

Die Elemente des Gehirnes, die bei den Verrichtungen desselben in Betracht kommen können, sind nur zweierlei Art, einmal die Neurodendren und zweitens die Glia- und Ependymzellen und haben wir in erster Linie diesen beiden ihre besondere Rolle im Allgemeinen zuzutheilen.

Während bis vor Kurzem die Neurogliaelemente allgemein als indifferente Theile galten, mochte man dieselben als Stützgewebe oder als Ernährungsgewebe ansehen, ist im vorigen Jahre *S. Ramón* mit der auffallenden Hypothese aufgetreten, dass ein Theil dieser Elemente durch seine Zusammenziehungen und Erschlaffungen sehr wesentlich auf den Gang der Funktionen der Neurodendren einwirke und dieselben in dem einen Fall begünstige, in dem andern hindere (Algunas conjeturas sobre el mecanismo anatómico de la Ideacion, Asociation y Atencion Madrid 1895, 14 Seiten, übersetzt im Archiv von *His*, Jahrgang 1895 S. 368, ausgegeben am 4. Februar 1896).

Ramón's Ableitungen sind im Einzelnen folgende: In erster Linie geht er von der Vermuthung aus, zu der ihn seine Studien über die Hirnrinde geführt

haben, dass während der geistigen Arbeit die Gestalt einiger Neurogliazellen variire. In der grauen Rinde eines und desselben Gehirnes zeigen sich die Gliazellen bald zusammengezogen mit kurzen und dicken Fortsätzen versehen, bald senden sie lange, mit unzähligen Aestchen besetzte Fortsätze aus, zwischen welchen beiden Zuständen alle Uebergänge sich zeigen. *Ramón* ist ferner der Ansicht, dass es nothwendig ist, die *Neuroglia* in verschiedene Arten zu trennen und unterscheidet er folgende Abtheilungen:

a) Die Neurogliazellen der weissen Substanz. Dieselben sind deutlich ausgeprägt, gross und mit starren, glatten, scharf conturirten Fortsätzen versehen. Dieselben scheinen, wie *Pedro Ramón* vermuthet, die Aufgabe zu haben, zwischen den Nervenfasern eine schlecht leitende Substanz für die jene durchlaufenden Ströme zu bilden und nicht, wie man auch angenommen hat, Räume, durch welche sich die Lymphflüssigkeit bequem verbreiten soll.

b) Die perivaskulären (besser cirkumvaskulären) Neurogliazellen, die nur in der Nähe der Kapillaren der grauen Substanz vorkommen, zu denen sie einen oder mehrere kräftige, an der äusseren Fläche des Endothels (? ich) sich ansetzende Fortsätze senden. Jede Kapillare dient Tausenden (?) dieser Pseudopodien zur Insertion. Der Zweck dieser Einrichtung ist, durch Zusammenziehungen dieser Fortsätze lokale Erweiterungen der Gefässe und so physiologische, an die grössere oder geringere Intensität der psychischen Prozesse gebundene Kongestionen herbeizuführen.

c) Die Neurogliazellen der grauen Substanz, die *S. Ramón* von den Zellen b, die auch in der grauen Substanz liegen, unterscheidet. Dieselben sollen ein besonderes und höchst charakteristisches Aussehen haben, das aber nicht genauer geschildert wird, indem *S. Ramón* nur sagt, dass ihre Form mannigfaltig, bald sternförmig, bald kometenartig in die Länge gezogen sei. Die äusserst zahlreichen Fortsätze erscheinen mit einer Unzahl kurzer verzweigter Collateralen behaftet, welche dem Ganzen die Form eines befiederten Sternes verleihen.

Diese Zellen nun kommen nach *Ramón* in zwei Zuständen vor, wie oben schon bemerkt, in dem der Erschlaffung, der dem oben beschriebenen gleicht und dem der Zusammenziehung, in welchem der Zellenkörper an Grösse zunimmt, die Fortsätze sich verkürzen und verdicken und die sekundären Fortsätze sich verlieren. So aufgefasst wären die Neurogliazellen mit den Pigmentzellen der Haut gewisser Thiere zu vergleichen, die vermöge ihrer Kontraktilität ihre Fortsätze im Zustande der Kontraktion einziehen, in dem der Ruhe ausdehnen. Weiter bemerkt *S. Ramón*, dass diese Neurogliazellen an den Stellen zahlreich vorhanden sind, an welchen ein Zusammentreffen von Nervenströmen stattfinde, wie z. B. im *Stratum zonale* der Hirnrinde.

S. Ramón führt nun seine Hypothese weiter folgendermassen aus.

Während des Zustandes der Erschlaffung dürften die Neurogliafortsätze welche thatsächlich eine stromisolirende Substanz darstellen, zwischen die Nervenverzweigungen und die Zellen und ihre Dendriten treten, in Folge wovon das Durchtreten oder die Fortleitung der Ströme aufgehoben oder erheblich erschwert bliebe. Auf diese Weise würde sich das Wesen der geistigen Ruhe und des Schlafes, sowohl des natürlichen, wie des künstlichen durch Narkotica, beim Hypnotismus erzeugten, erklären.

Umgekehrt würden durch die Kontraktion der Gliazellen und das Einziehen ihrer Pseudopodien die vorher getrennten Nervenzellen und Nervenverzweigungen in Kontakt gesetzt, wodurch das Gehirn aus dem Zustande der Ruhe in den der Thätigkeit gelangen würde. Diese Kontraktionen der Gliazellen können automatisch vor sich gehen, indess werden dieselben öfter durch den Willensreiz hervorgerufen, der auf diese Weise und indem er auf eine bestimmte Gruppe von Neurogliazellen einwirkt, den Prozess der Association nach verschiedenen Seiten zu dirigiren vermag.

Die Flucht der Gedanken und Worte, Schwerfälligkeit der Sprache, quälende Gedanken, das Verschwinden gewisser Ausdrücke oder Gedanken aus dem Gedächtnisse, selbst die Steigerung der Denkthätigkeit und jeder Art bewusster motorischer Reaktion, so wie viele andere psychische Erscheinungen werden durch die neue Hypothese genugsam erklärt, wenn man sich nur vorstellt, dass die Neurogliazellen da in Ruhe, anderswo energisch kontrahirt sind. Mit einem Worte, die *Neuroglia* ist bei der *Ramón*'schen Hypothese im Zustande der Ruhe ein Isolirapparat der Nervenströme, in dem der Kontraktion ein Begünstiger oder Vermittlungsapparat der Leitungen derselben, während bei der Annahme von *Duval* von amöboiden Bewegungen der Nervenelemente die Kontraktion derselben der geistigen Ruhe, ihre Erschlaffung der Thätigkeit der Hirnrinde entspricht.

An diese erste Hypothese reiht *S. Ramón* noch eine zweite, indem er — in grossem Widerspruche mit dem eben Bemerkten — sagt, unter gewöhnlichen Bedingungen genüge der motorische Apparat der Gliazellen, sobald aber die Aufmerksamkeit sich auf eine Idee oder eine kleine Zahl associirter Ideen konzentrire, trete neben der energischen Retraktion der *Neuroglia* als neuer Faktor die aktive Kongestion der Kapillaren des überexcitirten Gebietes auf, in Folge welcher die Erregungswelle ihr Maximum erreiche, indem die Wärme und der Stoffwechsel der hyperämischen Partie sich relativ steigere.

S. Ramón glaubt diese vasomotorische Thätigkeit für eine willkürliche erklären zu müssen, da der Vorgang der Aufmerksamkeit bewusst und willkürlich sei, und zieht bei der Erklärung derselben nicht Nerven und Muskeln heran, die nach ihm an den Gehirnkapillaren nicht existiren, sondern die cirkumvaskulären Gliazellen, deren an die Kapillaren befestigte *Pseudopodien* unter dem Einflusse des Willens sich zusammenziehen und die Gefässe erweitern. Zum Schlusse bemerkt *S. Ramón*, dass er seine Hypothesen nicht für ganz einwandfrei halte, vielmehr alles, was von dem eigentlichen Mechanismus der psychischen Vorgänge gesagt werde, verfrüht sei. Indessen seien rationelle Hypothesen, die sich auf bekannte Thatsachen stützen, berechtigt und sogar fruchtbar.

Letzteren Satz wird nun allerdings Jeder unterschreiben, ob aber die neue *Ramon*'sche Hypothese unter diesen Gesichtspunkt fällt, ist eine andere Frage und gestehe ich offen, dass ich dieselbe ganz übergehen würde, wenn sie nicht von einem so hochverdienten Anatomen und gründlichen Kenner des feinsten Baues des Nervensystemes aufgestellt worden wäre. In Anbetracht dessen und des weiteren Umstandes, dass die Arbeit von *S. Ramón* in dem Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte in Uebersetzung erschien, halte ich es doch für gerathen, in eine Besprechung derselben einzugehen. Die Einwendungen, die ich gegen dieselbe zu machen habe, fasse ich in folgende Sätze zusammen.

1. Vermisst man bei *S. Ramón* jeglichen Beweis für die Annahme, dass die Gliazellen der grauen Substanz kontraktil seien. Alles was hier angeführt wird, dass in der grauen Substanz eines und desselben Gehirnes die Gliazellen in verschiedenen Formen vorkommen, führt doch nicht mit Nothwendigkeit zu dem angegebenen Schlusse, erklärt sich vielmehr leicht aus der Thatsache, dass die Gliazellen mannigfaltige und verschiedentlich von einander abweichende Gestalten besitzen, sowie ferner unter Berücksichtigung des andern Umstandes, dass die *Golgi*'sche Methode diese Zellen ebenso wie die Nervenzellen in sehr verschiedenen Graden der Vollständigkeit färbt.

2. Warum ferner die cirkumvaskulären Neurogliazellen kontraktil sein sollen, ist noch weniger klar und ist hier *Ramón* sogar die Spur eines Beweises schuldig geblieben.

3. Während die Neurogliazellen der grauen Substanz und der Gefässe kontraktil sein sollen und die ersteren zugleich auch als Isolationsapparat aufgefasst werden, wird denen der weissen Substanz nur die Aufgabe zugeschrieben, eine schlechtleitende Lage zwischen den Nervenfasern zu bilden. Hier ist zu bemerken a) dass wenn die einen Gliazellen kontraktil sind, kein Grund vorliegt, gewisse derselben auszuschliessen, b) dass ferner ein Isolirungsvermögen der Gliazellen nirgends nachgewiesen ist, während bei den Markscheiden der dunkelrandigen Nervenfasern ein solches mit einem gewissen Grunde angenommen werden darf.

Befindet sich die *Ramón*'sche Hypothese schon in diesem Hauptpunkte der Annahme einer Kontraktilität gewisser Gliazellen und ihrer isolirenden Einwirkung auf die nervösen Elemente auf einem ganz unsicheren Boden, so verliert dieselbe allen Halt durch die weitere Aufstellung, dass die Kontraktionen der Gliazellen nicht nur automatisch vor sich gehen, sondern auch und sogar noch öfter durch den Willen hervorgerufen werden! Wie in aller Welt soll der Willen auf die Gliazellen einwirken? Sollen etwa die Neurodendren mit den Enden ihrer Axonen die Gliazellen erregen? oder soll irgend ein anderes unbekanntes Agens dem Willen dienen und die Gliazellen zur Kontraktion bringen? Die einzig mögliche Deutung wäre die erste. Dann würden aber doch nicht die Gliazellen, sondern die Neurodendren die Hauptfaktoren bei den geistigen Thätigkeiten sein und wäre die ganze Hypothese von dem Einflusse der Gliazellen vollkommen überflüssig. Denn es ist klar, dass wenn der Willenseinfluss zuerst auf die Nervenzellen wirkt, derselbe auch genügt, um andere solche Zellen und ganze Gruppen derselben zu erregen und eine Einwirkung auf die Gliazellen ganz überflüssig wird.

Fassen wir noch einmal die Frage zusammen. Es ist auch nicht von ferne nachgewiesen, dass die Gliazellen kontraktil sind und eine isolirende Substanz darstellen. Nehmen wir aber auch an, die Gliazellen seien wirklich zusammenziehungsfähig und wechselnd in dem einen oder anderen Zustande befindlich, so bliebe immer noch die kapitale Frage, was bewirkt diese zwei Zustände, wie und unter welchen Verhältnissen entstehen dieselben. Entstehen dieselben selbständig und unabhängig von den Neurodendren und wirken erst sekundär auf deren physiologische Zustände ein, so wird die gesammte geistige und Nerventhätigkeit von einem Faktor abhängig gemacht, über den wir keine Kontrolle

haben, der ganz unabhängig von unserem Willen und wohl auch sehr zufällig einwirkt. Gegen eine solche Annahme spricht aber Alles, was wir von den Zuständen und Leistungen des Nervensystems wissen. Wir können doch die Schlafneigung bemeistern und auf der anderen Seite herbeiführen! Wir können ferner die Aufmerksamkeit auf dieses oder jenes Sinnesorgan richten oder von demselben ablenken! Wir können beliebige Gedankenreihen oder Gedächtnisskreise aufleben lassen oder zum Verschwinden bringen, was Alles gegen zufällig oder gesetzmässig auftretende Zustände ausserhalb des Nervensystems gelegener Elemente wie der Gliazellen spricht. Und wenn man annehmen wollte, dass die verschiedenen Gliazustände von den Neurodendren veranlasst werden, so wären eben diese der Hauptfaktor und die *Ramón*'sche Hypothese über Bord geworfen, für die eigentliche Erklärung des Mechanismus der Ideenbildung, der Association und der Aufmerksamkeit jedoch nicht das Geringste gewonnen.

Ein noch minder berechtigtes Phantasiegebilde ist die Annahme einer Einwirkung der Gliazellen auf die Hirnkapillaren und was daraus gefolgert wird. Zellige Elemente der Bindesubstanz setzen sich an vielen Orten an Blutgefässe an, am schönsten im Schwanze von Batrachierlarven (ich), ohne dass Jemand sich veranlasst gefunden hätte, denselben kontraktile Eigenschaften zuzuschreiben. Und im Gehirne gehen Muskelfasern bis an die feinsten Gefässe heran und ebenso Nerven. Ferner ist die Zahl der Gliaansätze an die Kapillaren viel zu spärlich und zu unregelmässig und könnte nur Zerrungen derselben, aber keine regelrechten Erweiterungen bewirken.

Ausserdem möchte ich noch erwähnen, dass wenn die *Ramón*'sche Hypothese richtig wäre, dieselbe doch wohl für alle Wirbelthiere Geltung haben müsste. Nun ist aber zum Theil durch *Ramón*'s eigene Beobachtungen erwiesen, dass bei vielen niederen Abtheilungen gar keine Gliazellen vorkommen, sondern nur Ependymfasern, die durch die ganze Dicke der Wandungen des centralen Nervensystems sich erstrecken, bei denen an Einwirkungen von etwaigen Kontraktionsphänomenen auf die Funktion der Neurodendren auch nicht von ferne gedacht werden könnte.

Nach Widerlegung der *Ramón*'schen Hypothese über eine Betheiligung von Kontraktionen der Gliazellen an dem Zustandekommen der Verrichtungen der nervösen Elemente, erübrigt nun noch, diesen Zellen ihre Bedeutung zuzuweisen und da scheint es mir gar nicht in Frage zu kommen, dass dieselbe sowohl bei ihnen, ebenso wie bei ihren nahen Verwandten, den Ependymzellen, eine untergeordnete und zwar die einer Stütz- und Umhüllungssubstanz und einer raumerfüllenden Masse darstellt. Ich denke mir, dass dieselbe vor allem als Umhüllungssubstanz der Gefässkapillaren eine Rolle spielt, die im Nervensysteme ebenso wie in allen anderen Geweben von besonderen Scheiden begleitet werden. Ferner beweist das Vorkommen einer besonderen Gliahülle an der gesammten Oberfläche des Rückenmarkes und des Gehirnes, dass hier vor allem ein Schutz der zarten nervösen Elemente bezweckt wird. In der grauen Substanz werden die Gliazellen, abgesehen von ihren Beziehungen zu den Kapillaren, in derselben Weise für die feinen Ausläufer der Nervenfasern und Nervenzellen wirksam sein können und vielleicht auch als Ausfüllungsmasse dienen, an welche letzte Rolle ich vor allen bei den Körnerzellen des *Bulbus olfactorius* denken würde, die, wie wir oben sahen, Gliazellen sind.

An eine isolirende Wirkung der Gliazellen ist sicherlich nicht zu denken. Was sollte auch bei den markhaltigen Nervenfasern der weissen und grauen Substanz isolirt werden, da der Nervenstrom — *sit venia verba* — sicherlich nicht durch das Nervenmark hindurchgeht? Und bei den marklosen Nervenfasern findet eine Einwirkung auf andere Fasern und die Nervenzellen wohl vorwiegend an den Enden derselben statt und ist aber auch eine Isolirung dieser Fasern in ihrem Verlaufe nicht nöthig, wie dies vor allen diejenigen Wirbellosen lehren, die nur marklose Fasern besitzen.

Wenn den Gliazellen und selbstverständlich auch den Ependymzellen nur untergeordnete Verrichtungen zukommen, so ergeben sich auf der anderen Seite die Neurodendren, die Nervenzellen sammt ihren Ausläufern, als die einzigen Vertreter der nervösen Funktionen und treten wir nun an die schwierige Aufgabe heran, die Rolle dieser Elemente genauer zu schildern. In erster Linie erhebt sich die Frage nach der Funktion der einzelnen Theile der Neurodendren, ob die Zellenkörper, die Dendriten und die Axonen in verschiedener Weise wirksam sind oder nicht. Ohne auf abweichende Ansichten näher einzugehen, die auch in diesem Theile der Physiologie nicht mangeln, gebe ich meine Ansicht dahin ab, dass der kernführende Theil der Neurodendren die Hauptrolle spielt, die Ausläufer derselben dagegen erst in zweiter, mehr untergeordneter Weise in Frage kommen. Der Beweis für diesen Satz ist vorläufig nicht direkt zu geben, doch wird derselbe durch alle Thatsachen der neueren Histologie seit *Schwann*, die die Bedeutung der Zellenkerne für die Bildung der Zellen, für den Chemismus, das Wachsthum und die Vermehrung derselben, für die Befruchtung, ja bei den einzelligen Organismen für das ganze Bestehen derselben unwiderleglich beweisen, so festgestellt und gesichert, dass derselbe wohl ohne weiteres als Ausgangspunkt jeder Betrachtung über die Funktionen der Nervenelemente angenommen werden darf.

Ueber diese allgemeine Aufstellung hieraus verliert sich alles im Dunkeln und Ungewissen und sind wir nicht einmal in der Lage, die scheinbar einfachsten Fragen zu beantworten, wie die Nervenzellen sich beim Zustandekommen einer Bewegung und bei der Einwirkung eines äusseren Reizes verhalten, Fragen, von deren Erledigung jedes tiefere Eindringen in die höheren Verrichtungen abhängig ist. Zwar ist rühmend hervorzuheben, dass die neuere und neueste Zeit grosse Anstrengungen gemacht hat und noch macht, um den feinsten Bau der Nervenzellen sicherzustellen und etwaige Aenderungen in demselben im Zusammenhange mit den normalen Thätigkeiten und Störungen derselben zu ermitteln, allein bis jetzt ist aus allen diesen, wenn auch sorgfältigen und mühevollen Untersuchungen nichts Sicheres hervorgegangen, das eine Handhabe für eine tiefere Erkenntniss darböte. Die Wissenschaft wird daher für einmal bescheiden mit der Annahme sich begnügen müssen, dass die Funktionen des Nervensystems in erster Linie an die Nervenzellen gebunden sind und wenn dieselben atrophiren oder Störungen in ihrem Stoffwechsel erleiden oder gänzlich schwinden, mehr weniger leiden; dagegen vollkommen darauf Verzicht leisten, auch nur anzudeuten, welche Rolle diese Elemente beim Empfinden, bei den willkürlichen Bewegungen, beim Wollen, Denken, beim Zustandekommen des Gedächtnisses, mit einem Worte bei den psychischen Vorgängen spielen. Nur nach einer Seite scheint mir eine Handhabe geboten zu sein, nämlich mit Bezug auf die Frage, ob die Nervenzellen

alle dieselbe Funktion besitzen, oder vielleicht in gewissen Beziehungen von einander abweichen.

Untersucht man die Entwicklung des Nervensystems in der Reihe der Wirbelthiere und vergleicht man mit derselben das allmähliche Auftreten der geistigen Funktionen, so ergiebt sich mit voller Bestimmtheit, dass nur die Nervenzellen des grossen Gehirns als der Psyche dienend oder als psychische bezeichnet werden können, indem nachgewiesenermassen kein anderer Theil des Nervensystems an diesen Vorgängen sich betheiligt. Nun ist durch die neuesten vergleichend histologischen Untersuchungen besonders von *Ramón* nachgewiesen worden, dass die sogenannten Pyramidenzellen die charakteristischen Elemente der Grosshirnrinde sind, sowie dass dieselben in der Wirbelthierreihe im Zusammenhange mit der allmählichen Ausbildung der Psyche eine immer höhere Gestaltung darbieten und bei den verschiedenen Abtheilungen gewissermassen dieselben Formenstufen durchlaufen, wie bei ihrer ersten Entwicklung.

Diesen psychischen Pyramidenzellen könnte man auf der anderen Seite motorische Zellen in den grossen multipolaren Elementen des Rückenmarkes und der motorischen Kerne der *Medulla oblongata*, ferner in den *Purkinje*'schen Zellen des *Cerebellum* entgegenstellen und auf der anderen Seite auch sensible Zellen in den Elementen der Ganglien der Kopf- und Rückenmarksnerven, in den Riechzellen der *Mucosa narium* und den Mitralzellen, in gewissen Zellen der Netzhaut, sowie in den Zellen der sensiblen Endkerne aller Art im Marke und Gehirne, sodass wir dann drei Hauptarten von Nervenzellen hätten. Noch grösser würde die Verwicklung der Verhältnisse, wenn auch unter den psychischen Zellen oder besser gesagt den Pyramidenzellen des Grosshirnes noch Unterabtheilungen sich fänden, wie man dies aus den neuesten Darlegungen von *Flechsig* in seiner berühmten Rektoratsrede vom Jahre 1894 entnehmen könnte (Gehirn und Seele, Leipzig 1894). *Flechsig* nimmt an, dass im Gehirne neben den bekannten Sinnescentren für den Geruchs-, Gehör- und Gesichtssinn und für den Tastsinn und den Centren für die Bewegung noch besondere „geistige Centren“ und zwar vier an der Zahl vorhanden sind, die er in das Stirnhirn, in einen Theil des Parietal- und Schläfenhirns und in die Insel verlegt. Während die Sinnescentren der Hirnrinde einen besonders charakteristischen Bau haben sollen, besitzen nach *Flechsig* die geistigen Centren ein durchaus einheitliches Gepräge, einen durchgehenden Grundtypus der mikroskopischen Struktur.

Wenn dem so wäre, so müsste man allerdings zwischen den Pyramidenzellen der verschiedenen Hirnabschnitte wesentliche Unterschiede annehmen; es ist jedoch zu bemerken erstens, dass die Anatomie keine durchgreifenden Verschiedenheiten weder im Baue der Pyramidenzellen verschiedener Hirngegenden, noch auch eine besondere Struktur der Sinnescentren kennt, worüber § 182 zu vergleichen ist. Was von Unterschieden nachgewiesen ist, bezieht sich auf die Grösse, Zahl und Vertheilung der Pyramidenzellen, auf die Menge und Verbreitung der markhaltigen und marklosen Fasern und ist physiologisch mit Rücksicht auf die Hauptvorgänge des psychischen Lebens ohne grössere Bedeutung.

Wenn somit auch unter den Pyramidenzellen des grossen Hirns keine wesentlichen Abweichungen bekannt sind, so wäre es doch möglich, dass zwischen diesen und den motorischen Zellen des Markes und der cerebralen motorischen Kerne und ferner zwischen diesen beiden Kategorien und den sensiblen Zellen

der Ganglien und anderen Zellen mehr besondere Unterschiede bestünden. Wäre dem so, so müsste dann allerdings die Anatomie ihre Unfähigkeit bekennen, für solche Verschiedenheiten anatomische Kennzeichen aufzustellen und nachzuweisen. Auf der anderen Seite ist aber auch denkbar, dass die Nervenzellen alle wesentlich dieselbe Funktion darbieten und dass die verschiedenen Leistungen derselben davon abhängen, dass die Beziehungen der Zellen zu ihrer Umgebung verschieden sind. Eine Nervenzelle, die nur mit tonerzeugenden Apparaten in Verbindung steht, wird keine Gerüche vermitteln können und centrifugale Axonen, die nicht an Muskelfasern gehen, keine Bewegungen! Eine solche Auffassung scheint auf den ersten Blick eine zu grosse Verallgemeinerung zu enthalten und aus diesem Grunde nicht angenommen werden zu können. Wenn man jedoch die allmähliche Entwicklung der Verrichtungen des Nervensystems und der demselben dienenden Organe in der gesammten Thierreihe ins Auge fasst, so ergiebt sich, dass derselben doch ein wahrer Kern innewohnt. Mit welchen einfachen Mitteln empfindet und bewegt sich ein *Protozoon*? Nach und nach entwickeln sich einfache Nervenzellen und treten zu immer verwickelteren Organen zusammen, ferner bilden sich periphere Sinneszellen und wandeln sich allmählich zu einer ganzen Reihe von einfachen und höheren Sinnesorganen um. Ebenso bei den motorischen Apparaten. Erwägt man alles dieses wohl und berücksichtigt man, wie mit der immer höheren Entwicklung der Funktionen auch die Ausbildung der anatomischen elementaren Apparate Hand in Hand geht, so drängt sich doch zuletzt die Ueberzeugung zwingend auf, dass alle Nervenzellen von Hause aus wesentlich dieselbe Funktion besitzen und dass das Inslebentreten derselben einzig und allein von den mannigfachen äusseren Einwirkungen oder Reizen, welche dieselben treffen und von den vielen Möglichkeiten einer Beantwortung dieser Erregungen abhängt.

Es erübrigt nun noch, eine Reihe anderer Verhältnisse zu besprechen. Ueber die physiologische Bedeutung der Fortsätze der Nervenzellen, ihrer Axonen und Dendriten ist schon in früheren §§ das Nöthige angemerkt worden und hat sich ergeben, dass die Axonen cellulifugal leiten und gewisse Dendriten cellulipetal. Ausserdem lässt sich mit Bezug auf die Ernährungsvorgänge eine gewisse Wechselwirkung zwischen den Zellenkörpern und ihren Ausläufern annehmen, die nicht nur bei der ersten Bildung der Neurodendren sehr in die Augen springt, indem dieselben ihre Axonen und Dendriten gewissermassen hervortreiben, sondern auch bei der Regeneration von Nervenfasern nach Durchschneidungen sich geltend macht, indem von den centralen Stümpfen aus die Achsencylinder vorwachsen und sich regeneriren. Weiter haben dann aber in erster Linie die Untersuchungen von *v. Gudden* und *Forel* ergeben, dass zwischen den Nervenzellen und ihren Axonen noch andere schwer zu deutende Beziehungen vorkommen, indem nach Durchschneidungen oder dem Ausreissen motorischer Fasern oder nach Amputationen von Extremitäten die betreffenden Ursprungszellen zu Grunde gehen. Diese cellulipetalen Veränderungen erklärt man mit *Goldscheider* und *Marinesco* am einfachsten so, dass man annimmt, dass nach Unterbrechung der Verbindung der Nervenzellen mit ihrem Endapparate die gewohnten physiologischen Reize (der Willenseinfluss, die Reflexerregungen bei motorischen Zellen) nicht mehr einwirken, welche zugleich die Ernährung begünstigen, so dass

die Zellen schliesslich gewissermassen atrophisch zu Grunde gehen. Für Einzelnheiten in dieser wichtigen Frage verweise ich auf *Ströbe*'s Referat in *Ziegler*'s Beiträgen VI. Bd. 1895 S. 902—917 und auf *v. Lenhossék* l. c.

Ganz kurz erwähne ich endlich noch die Annahme über amöboide Bewegungen der Nervenzellen von *Rabl-Rückhard* und *Duval* und meine Kritik dieser Hypothesen, die in den Würzb. Sitzungsber. vom 9. März 1895 sich findet. So bestechend es auch erscheinen mag, Akte höchster geistiger Thätigkeit, ferner den Schlaf und das Wachen, das leichtere oder schwierigere Zustandekommen von einfachen Gefühlseindrücken, von Reflexen, Associationen u. s. w. auf einfache histologische Vorgänge zurückzuführen, so ist doch eine solche Hypothese nur gestattet, wenn zwingende Thatsachen für dieselbe sprechen und das ist bis jetzt nicht der Fall. Dasselbe gilt von einer Modifikation dieser Hypothese durch *Tanzi* (I fatti e le induzioni nell' odierna istologia del sistema nervoso in Riv. sper. di freniatria Vol. 19 1893) und *Lugaro* (Sulle modificazioni delle cellule nervose nei diversi stati funzionali in lo Sperimentale anno 49. 1895), die, wenn ich sie recht verstehe, „langsamere“ Bewegungen oder „Wachsthumsbewegungen“ der Enden der Neurodendren als beim Zustandekommen der geistigen Thätigkeiten betheiligt annehmen und hierbei offenbar jene Möglichkeit ins Auge fassen, die *S. Ramón* zuerst zur Besprechung gebracht hat (Nuevo concepto 1893 S. 37 u. flgde.; Nouvelles Idées 1894 S. 75), dass nämlich durch Uebung und Anstrengung auch beim Erwachsenen im Gehirne neue Verbindungen entstehen und die Endigungen der Neurodendren überhaupt dauernd sich zu verlängern und weiter auszubreiten im Stande sind. Ich habe schon an einem anderen Orte (Würzb. Sitzber. 9. März 1895) über diese Hypothese mich ausgesprochen und kann nichts besseres thun, als das dort gesagte wiederholen. Wenn man erwägt, sagte ich, dass die Neurodendren mit ihren Dendriten und Axonen während der Entwicklung des Nervensystems auch in der nachembryonalen Zeit leicht nachweisbar in langsam fortschreitender Entwicklung begriffen sind und ferner bedenkt, dass es in hohem Grade wahrscheinlich ist, dass je nach dem Grade der geistigen Entwicklung des Einzelindividuums auch die Ausbildung seiner Nervenelemente anatomisch eine höhere oder niederere Stufe erreicht, so liegt der Schluss sicherlich nahe, dass auch beim Erwachsenen Weiterbildungen der angedeuteten Art möglich sind. Das wäre ein Wandel, ein Amöboismus, der sich hören liesse, und bei dem selbst eine negative Phase der Rückbildung nicht als unmöglich erschiene, wie eine solche wohl unzweifelhaft nicht nur im Alter oft sich vorfindet, sondern auch mit grosser Wahrscheinlichkeit bei Geisteskranken auftritt.

Die Untersuchungen über den feinsten Bau der Nervenzellen sind in den letzten Jahren mit grossem Eifer aufgenommen worden und haben besonders nach zwei Seiten Neues ergeben, einmal mit Rücksicht auf den Bau des *Protoplasma* der betreffenden Zellen und zweitens mit Hinsicht auf das Vorkommen bisher unbekannter Organe in demselben.

I. Im *Protoplasma* der Nervenzellen haben *Flemming*, *Benda* und vor allen *Nissl* besondere färbbare Theilchen beobachtet, die der letztgenannte Forscher sehr genau untersuchte, unter verschiedenen normalen und abnormalen Verhältnissen verfolgte und zu einer besonderen Klassifizirung der Nervenzellen benützte. Später haben viele andere Forscher, wie *Schaffer*, *Quervain*, *v. Lenhossék*, *Rosin*, *Dogiel*, ***Held*** diese sogenannten *Nissl*-Körper untersucht und hat namentlich der letztgenannte Forscher

vor kurzem nachgewiesen (Arch. v. *His* 1895 S. 396—416, Taf. XII u. XIII), dass in frisch untersuchten Nervenzellen solche Körper nicht vorkommen, wohl aber durch gewisse Mittel sich fällen lassen. Nichtsdestoweniger betrachtet auch *Held* die *Nissl*-Körper als wichtig, und glaubt, dass die wechselnde Menge derselben in verschiedenen Zellen uns über den Stoffwechsel in denselben Anschauungen gebe, deren Bedeutung allerdings vorläufig nicht zu bestimmen sei. *Nissl* beobachtete zuerst, dass die betreffenden Stoffe im Zellprotoplasma vergehen, wenn die Funktion der Zellen durch Trennung ihrer Achsencylinder verändert wird; ferner kann das Verschwinden der *Nissl*-Körper nach Intoxikationen (*Nissl, Schaffer, Vas* u. A.) und gewisse Abweichungen derselben je nach den Funktionszuständen der Nervenzellen (*Hodge, Man*), ebenso bei Erkrankungen, *Oellinger* u. *Marinesco* [Semaine médicale 1895 Nr. 6] hier angeführt werden, um darzuthun, dass das Auftreten der fraglichen Gebilde doch in einem bestimmten Zusammenhange mit den Funktionen der Nervenzellen steht. *Dogiel* zieht aus seinen neuesten Untersuchungen (Arch. f. Mikr. Anat. Bd. 46, S. 394—413, Taf. XX) den Schluss, dass in allen Theilen der Nervenzellen dreierlei Bestandtheile, chromophile Substanz, Grundsubstanz und Fäden, sich vorfinden, aber in verschiedenen Mengen. Im Achsencylinder finden sich nur Spuren von chromophiler und Grundsubstanz, vorwiegend Fäden, in den Dendriten dagegen sind die ersten beiden Bestandtheile in grösster Menge vorhanden. *Dogiel* ist ferner der Ansicht, dass bis jetzt noch kein genügendes Material vorliegt, um an den Nervenzellen bestimmte Typen zu unterscheiden. Eine grosse Zahl anderer Untersuchungen von *Golgi, Colella, Ceni, Monti* u. A. haben uns Veränderungen von Nervenzellen und ihrer Fortsätze kennen gelehrt im Zusammenhange mit krankhaften Zuständen, die beweisen, dass auch die Protoplasmafortsätze bei Störungen leiden und zwar vielleicht zu allererst (vergl. *A. Monti* in Arch. ital. d. Biologie XXIV, 1895, S. 1).

II. Zweitens haben *v. Lenhossék* (Centrosom und Sphäre in den Spinalganglienzellen des Frosches in Arch. f. Mikr. Anat. Bd. 46, S. 345—369, Taf. XV u. XVI), *Bühler* (Protoplasmastruktur in Vorderhornzellen der Eidechse in Würzb. Verh. Bd. 29, Nr. 6, 1895, 42 S., 3 Taf.) und *Dehler* (Beitr. z. Kenntniss v. fein. Baue der sympathischen Ganglienzelle des Frosches in Arch. f. Mikr. Anat. Bd. 46, 1895, S. 924, 1 Taf.) nachgewiesen, dass in gewissen Nervenzellen, den Spinalganglienzellen des Frosches (*v. Lenhossék*), den Gehirnzellen der Eidechse (*Bühler*) und den Zellen des Sympathicus des Frosches (*Dehler*) jene eigenthümlichen Organe sich finden, die *v. Beneden* beim Ascariseie als Attraktionssphären und Polkörperchen zuerst beschrieben hat, und die seither von vielen bei der mitotischen Zellentheilung nachgewiesen wurden. *Bühler* weist ferner nach, dass auch die Nervenzellen, obschon bei denselben an keine Theilung zu denken ist, Radiensysteme enthalten, die an den Centralkörperchen entspringen, die Attraktionssphäre und das Protoplasma durchsetzen, die Mikrosomen tragen, welche die Grenzschicht der Sphäre bilden und mit kleinen Knötchen an der Zellenoberfläche enden. Diese Struktur ist somit, wie *Heidenhain* dies zuerst dargelegt hat, nichts für die Zelltheilung spezifisches, sondern einfach eine dem regelrechten Baue der Zellen angehörende Anordnung. Noch bemerke ich, dass *Bühler* auch in den Pyramidenzellen einer Centralwindung eines 30jährigen Mannes Centralkörper und Andeutungen einer Attraktionssphäre aufgefunden hat (Fig. 31 u. 32), welche Beobachtung ich für die Riesenpyramiden der hinteren Centralwindung insoweit bestätigen kann, als ich an einem *Weigert*'schen Präparate in denselben Attraktionssphären fand, die auch Dr. *Bühler* bei mir gesehen hat.

Alle oben erwähnten Untersuchungen über den feinsten Bau der Nervenzellen haben uns vorläufig keinen Schritt weiter geführt in der Erkenntniss der eigentlichen Vorgänge in den Nervenzellen, mögen nun somatische oder psychische Funktionen an denselben sich abspielen. Auch haben dieselben, wie wir im Texte betonten, vorläufig keine Handhabe für die Annahme der Art und Funktion nach verschiedener Nervenzellen geboten. Wenn dem so ist, wird man vielleicht weiter annehmen dürfen, dass jede einzelne Nervenzelle potentia die Fähigkeit besitzt, alle Leistungen zu verwirklichen, die an das Nervensystem und seine Organe gebunden sind. Demzufolge würde somit in den sensiblen Endkernen jede einzelne Zelle die peripheren Erregungen aufzunehmen vermögen, ebenso wie in den motorischen Ursprungskernen jede Zelle für sich allein motorische Effekte zu erzielen im Stande wäre. Dasselbe hätte auch für die

psychischen Vorgänge zu gelten und besässe meiner Meinung zufolge jede Zelle der centralen Sinnescentren das Vermögen bewusste Licht-, Ton-, Geruchsempfindungen zu vermitteln, ebenso Erinnerungsbilder u. s. w. Mit diesen Sätzen bin ich, wie ich wohl weiss, nicht im Einklange mit Thesen, die neuerdings von *Flechsig* und *Ramón* aufgestellt wurden, denen zufolge das Zustandekommen von Sinneswahrnehmungen und Vorstellungen u. s. w. immer an eine Mehrzahl von Zellen gebunden sein soll (*Flechsig* S. 20) und erlaube ich mir daher noch einige vergleichend-anatomische Thatsachen zu betonen, die unwiderleglich darthun, dass in gewissen Fällen schon eine geringe Zahl von Zellen das leistet, was sonst nur von einer Mehrheit solcher geschieht. Das auffallendste Beispiel der Art ist wohl das elektrische Organ von *Malapterurus*, das von einer Einzigen Riesenzelle beherrscht wird, deren Sitz *Fritsch* genau nachgewiesen hat. Ferner erinnere ich an die Riesenzellen im Marke von *Amphioxus* und vielen Fischen, und an die kolossalen von denselben entspringenden wahrscheinlich motorischen Fasern, denen die sogen. *Mauthner*'schen Fasern, die auch bei Amphibien sich finden, beigezählt werden können. Einzelzellen, die Sensibilität oder psychische Vorgänge vermitteln, sind allerdings bis jetzt nicht nachgewiesen, allein die Entwicklung und der Bau des Nervensystems bei niederen Thieren beweist deutlich, dass hier ganz anders einfache Hilfsmittel zur Verwendung kommen, als bei höheren Geschöpfen. Und selbst bei diesen scheinen mir keine Gründe gegen die Annahme vorzuliegen, dass Einzelzellen in der Netzhaut fähig sind, besondere Lichteindrücke wahrzunehmen, und dass in ähnlicher Weise auch im Occipitalhirne das Zustandekommen bewusster Lichtempfindungen nicht nothwendig an eine Vielheit von Pyramidenzellen gebunden ist. Warum sollte ferner nicht eine einzelne Zelle, die einen Sinneseindruck zum Bewusstsein bringt, denselben nicht auch als Erinnerungsbild festzuhalten im Stande sein? Zuzugeben ist ja, dass in der grossen Mehrzahl der Fälle viele Pyramidenzellen bei den psychischen Vorgängen betheiligt sind, allein aus einer solchen Annahme folgt nicht nothwendig, dass nicht jede einzelne Zelle ihre selbständige Funktion besitze und nur in Verbindung mit vielen andern leistungsfähig sei.

§ 200.

Gehirn von Thieren.

Ich habe schon im § 130 auf die grosse Wichtigkeit vergleichender Untersuchungen aufmerksam gemacht und dort den Versuch unternommen, das Rückenmark der verschiedenen Abtheilungen der Wirbelthiere einlässlicher auf seinen feinsten Bau zu schildern. War schon dieser Versuch gewagt, so stellt sich eine Darlegung des feinsten Baues des Gehirns der Wirbelthiere als ganz undurchführbar heraus. Erstens ist nicht einmal die gröbere Morphologie des Gehirns so durchgearbeitet, als es wünschbar wäre, vor allem aber besitzen wir noch von keinem einzigen thierischen Gehirne eine zusammenhängende Darlegung seines feinsten Baues, die unter zu Hilfenahme aller neuen Methoden und von Serienschnitten in verschiedenen Richtungen durchgeführt wäre. — Es wäre jedoch sehr ungerecht das zu verkennen, was wir besitzen und so hebe ich vor allem die mit älteren oder der *Weigert*'schen Methode durchgeführten monographischen Arbeiten von *Ahlborn, Beauregard, Bellonci, Bumm, Burckhardt, Cattie, Ehlers, Fisch, Fritsch, Fulliquet, Ganser, Goronowitsch, C. L. Herrich, His, Köppen, Mayser, Meyer, v. Miklucho-Maclay, Osborn, Rabl-Rückhard, Rhode, Rohon, Stieda, Turner, Waldeyer* u. v. A. hervor, ferner die umfassenden allgemeinen Schilderungen von *Honegger* (*Fornix*) und vor allem die sehr wichtigen Arbeiten von *Edinger*, der nun auch die *Golgi*'sche Methode in ergiebigem Maasse angewendet hat. Ohne diese Methode

zu benützen, ist ein erfolgreiches Studium auch des Gehirnes nicht denkbar und so finden wir denn auch, dass das beste auf diesem Gebiete von *S. Ramón* geleistet wurde, dessen Arbeiten über das *Cerebrum*, den *Bulbus olfactorius*, das *Cerebellum*, das Ammonshorn kleiner Säuger ganz mustergiltig sind und der nun in seinen neuesten Schriften auch die *Medulla oblongata*, die Vierhügel, Seh- und Streifenhügel in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen hat, so dass er wohl befähigt wäre, eine Gesammtschilderung des feinsten Baues des Gehirns der Maus, Ratte, des Meerschweinchens oder Kaninchens zu geben, wenn er den Faserverlauf bei erwachsenen Thieren an *Weigert*'schen Präparaten etwas mehr berücksichtigt hätte. Neben *S. Ramón y Cajal* ist auch sein Bruder *Pedro Ramón y Cajal* lobend zu erwähnen, ebenso *v. Gehuchten*, der besonders in seiner Schrift über das hintere Längsbündel bei Fischen bewiesen hat, wie bedeutungsvoll die *Golgi*'sche Methode auch bei niederen Thieren ist, ferner *L. Sala* und *Cl. Sala*. Nach reiflicher Ueberlegung der ganzen Sachlage bin ich zu dem Entschlusse gekommen, im Folgenden vor allem die mit dem *Golgi*'schen Verfahren erzielten Ergebnisse zu berücksichtigen, aus dem Grunde, weil die anderen Methoden für sich allein zur Erkennung des Zusammenhanges der Elemente nicht ausreichen, doch bitte ich aus dem Uebergehen vieler Untersuchungen mit älteren Methoden nicht den Schluss abzuleiten, dass ich dieselben nicht voll würdige. Sehr gern hätte ich die folgenden Schilderungen mit Abbildungen ausgestattet, was mir nicht schwer geworden wäre, da sich nach und nach bei mir auch ein reiches Material von niederen Wirbelthieren angesammelt hat. Das hätte aber die Herausgabe dieser zweiten Hälfte des II. Bandes noch um Monate verzögert, was ich unmöglich über mich nehmen konnte.

Die Nomenklatur anlangend, habe ich mich selbstverständlich in diesem §, wie in dem ganzen Buche, an die bekannten Beschlüsse der Kommission der anatomischen Gesellschaft und den *Nomenclator anatomicus* derselben gehalten. Die in den letzten Jahren von Amerika ausgehende anatomische Nomenklatur halte ich für vollkommen verfehlt und für so unverwendbar, dass es mir unmöglich ist, Abhandlungen zu lesen, denen dieselbe zu Grunde gelegt ist. Man kann doch von einem Gelehrten, der eine ordentliche Schulbildung genossen hat, nicht verlangen, dass er die vielen Barbarismen dieser Nomenklatur, wie metatela, metaplexus, auliplexus, diaplexus, ectocinerea, cephalad, caudad, dorsad, cephalo-dorsad, ventro-caudad, dorso-caudad, hemicerebrum u. s. w. ruhig annehme und bei einer grossen Anzahl anderer Worte, wie terma, proton, pero, prosoterma, diaterma, supraplexus, aula, alba, crista, diacœle, mesocœle u. s. w. erst hingehe und lerne, was dieselben bedeuten sollen. Als ältester deutscher Anatom wird es mir wohl erlaubt sein, den amerikanischen Kollegen den Rath zu geben, auf dieser Bahn nicht weiter fortzuschreiten, sonst würde es im Laufe von einigen Jahren dazu kommen, dass man sich hüben und drüben nicht mehr verstünde und jeder wissenschaftliche Verkehr unmöglich würde.

A. Gehirn der Fische.

1. Teleostier.

Da das Gehirn der Teleostier weitaus am Genauesten bekannt ist, so setzen wir dasselbe an die Spitze der Schilderung.

a) Vorderhirn, *Lobi anteriores*. Dasselbe ist erst durch die Untersuchungen von *Rabl-Rückhard* als ein Vorderhirn erkannt worden, dessen *Pallium* auf dem embryonalen Zustande eines Ependyms sich erhalten hat,

während die Basaltheile jederseits zu einem mächtigen Stammganglion sich entwickelten. Eine zwischen den beiden Stammganglien, die den Streifenhügeln entsprechen, vorhandene mediane senkrechte Spalte öffnet sich in einen weiten dorsalen, nur von der Ependymplatte verschlossenen Raum, der der Höhle des primitiven Vorderhirns der Embryonen entspricht und dessen Seitentheile mit den Seitenventrikeln verglichen werden können, da dieselben bei gewissen Gattungen sich in die hohlen und auch theilweise nur von Ependym verschlossenen *Tractus olfactorii* fortsetzen (*Rabl-Rückhard*). Der feinste Bau dieser Stammganglien ist zuerst von *Edinger* und *v. Gehuchten* untersucht worden, wobei sich folgendes ergab. *Edinger* entdeckte, dass im Stammganglion ein starkes Bündel von Nervenfasern entspringt, das er basales Vorderhirnbündel nannte und dem Hirnstiele an die Seite stellte. Die genaueren Verhältnisse dieses Bündels wurden dann erst durch *v. Gehuchten* an *Golgi*-Präparaten nachgewiesen und ergab sich aus denselben die wichtige Erkenntniss, dass das basale Bündel zweierlei Fasern enthält, einmal centrifugale, die von den Zellen des Stammganglion entspringen und mit dem Bündel peripherisch weiter ziehen und zweitens centripetale, die, aus tieferen Theilen des Gehirns abstammend, im Stammganglion in letzte Endigungen sich auflösen (l. i. c. Fig. 3). Im grössten Theile des Basalganglion findet sich nur Ein Basalbündel jederseits, da jedoch, wo in dem Basalganglion eine bei der Forelle doppelte Kommissur auftritt, sondert sich auch das Basalbündel in ein oberflächliches und ein tiefes (Fig. 5). Diese Kommissuren, die ich mit *Edinger* für der *Commissura anterior* gleichwerthig halte, sollen nach *v. Gehuchten* dadurch entstehen, dass in diesen Gegenden ein Theil der centripetalen Fasern sich kreuzt und werden von ihm Ursprünge von Kommissurenfasern von Zellen der Stammganglien geleugnet.

Ueber den Verlauf des Basalbündels abwärts weiss *v. Gehuchten* ebenso wie *Edinger* nicht viel zu berichten, doch sah er dasselbe bis zum *Infundibulum* (Fig. 14). Ebensowenig wurde ihm die Herkunft der centripetalen Fasern des Basalbündels, die er für sensible hält, klar und sah er nur so viel, dass ein Theil derselben von Zellen im ventralen Theile des *Infundibulum* entspringt, bei welcher Gelegenheit die Beobachtung gelang, dass diese Ursprungszellen in einem gewissen Stadium aus Ependymzellen hervorgehen (Fig. 8 *a* und *b*).

Sehr auffallend ist, dass weder *Edinger* noch *v. Gehuchten* etwas Bestimmtes über Beziehungen der Stammganglien der Fische zur Riechstrahlung melden. Dagegen hat *Fritsch* Olfactoriuswurzeln in die Kommissur derselben einstrahlen sehen und *Bellonci* macht nach dieser Seite ganz genaue Angaben (Nr. II S. 5 Taf. I Fig. 1, Taf. II Fig. 6). Beim Aale sind die Olfactoriusfasern stark markhaltig und mit Osmium leicht zu verfolgen. Von jedem *Lobus olfactorius* aus, der keine Höhle enthält, gehen zwei Tractusbündel rückwärts zum Vorderhirn. Das mediale Bündel theilt sich in der Nähe des Zwischenhirns in zwei Abtheilungen, ein laterales, das im Vorderhirne (selbstverständlich im Stammganglion) sich verliert und ein mediales, das mit dem der anderen Seite ein *Chiasma* bilden soll. Einige der Fasern, die aus diesem *Chiasma* heraustreten, enden auf der anderen Seite in einem kleinzelligen Kerne (Taf. I Fig. 1 *g*), den ich als *Ganglion habenulae* deute, während die Hauptmasse derselben in

den *Lobus opticus* herabsteigt und in einem Kerne endet, den *Fritsch* als runden Kern, *Nucleus rotundus*, bezeichnet (Fig. 1 *nr*).

Der *Tractus olfactorius lateralis* theilt sich ebenfalls in zwei Abtheilungen, eine laterale, die in dem Stammganglion endet, und eine mediale, die sich in der oben beschriebenen Kreuzung verliert und möglicherweise eine *Commissura olfactoria* bildet.

Ausser diesen zwei Hauptbündeln kommen von den *Lobi olfactorii* oder dringen in dieselben noch je Ein schwächeres Bündel, die von der unteren Seite des Mittelhirns stammen und an der medialen Seite des *Tractus olfactorius medialis* verlaufen (Fig. 1 ohne Bezeichnung).

Noch verwickelter werden die Verhältnisse, wenn man erfährt, dass *Bellonci* unmittelbar unter dem *Chiasma olfactorium* ein zweites aus dem, was er Hemisphären nennt, abstammendes Querbündel mit mehr blasseren Fasern gefunden hat, von denen die vorderen (Taf. II Fig. 4 *cme*) Kommissurenfasern sind, die die beiden Stammganglien untereinander verbinden, die hinteren ein *Chiasma* bilden (Taf. II Fig. 4 *che*), das in der vorderen Gegend des *Lobus opticus* sich verliert.

Die zwei Kommissuren von *Bellonci* erinnern an die zwei von *v. Gehuchten* geschilderten Kommissuren und wird der letzte Autor seine Darstellung wohl zu erweitern haben, wenn es ihm gelungen sein wird, auch die *Tractus olfactorii* und ihre Schicksale bei der Forelle zu verfolgen. Von besonderem Interesse aber scheint mir der von *Bellonci* gemachte Fund eines habenularen Olfactoriusbündels mit Hinsicht auf später zu besprechende Annahmen von *Edinger*.

Mit Bezug auf die Kommissuren des Vorderhirns der Fische ist noch auf die Angaben von *Rabl-Rückhard* (Arch. v. *His* 1883 S. 300 u. ff.) zu verweisen, bei denen auch die Befunde von *Fritsch*, *Ganser* und *Mayser* berücksichtigt sind.

b) Weiter wären dann vom Gehirne der Teleostier die *Ganglia habenulæ* und deren Beziehungen zum *Fasciculus retroflexus* von *Meynert* und zum *Ganglion interpedunculare* zu besprechen, die *v. Gehuchten* entdeckt hat. Da jedoch diese Frage schon auf Seite 482 ausführlich auseinandergesetzt wurde, so wird auf das dort Erwähnte verwiesen und braucht hier nur hervorgehoben zu werden, dass auch *Edinger* bei Selachiern die Endigungen des *Meynert*'schen Bündels und seinen Ursprung, so weit dies an nicht *Golgi*'schen Präparaten möglich war, gut beschrieben hat (s. S. 485).

c) Die *Lobi optici* der Teleostier haben in neuester Zeit in *Fusari*, *v. Gehuchten*, *Neumayer* und *Sala* Bearbeiter gefunden, die mit Glück der *Golgi*'schen Methode sich bedienten, während von früheren Beobachtern vor allem *Bellonci* zu nennen ist.

Ich halte mich bei den folgenden Schilderungen in erster Linie an *Fusari*, der vor allem die Gattungen *Tinca*, *Carassius*, *Salmo* und *Trutta* und an *v. Gehuchten*, der nur Forellen untersuchte, während *Neumayer* sich an den Hecht hielt. An der Wand des *Lobus opticus* unterscheide ich von innen nach aussen 1. die Ependymlage, 2. die Körnerschicht, 3. die Lage der cerebralen Opticusleitungen, 4. die graue Lage, 5. die Lage der Opticusfasern und 6. die molekulare Lage oder das *Stratum zonale*.

α) Die Ependymschicht. Besteht aus einer einfachen Lage von Ependymzellen, die jede in eine lange Ependymfaser sich fortsetzt, die einfach oder verästelt die ganze Wand des *Tectum opticum* durchzieht und in der oberflächlichsten Schicht endet.

β) Die Körnerlage. Die Elemente dieser Lage hat bis jetzt nur *v. Gehuchten* (I Fig. 11*b*, II Fig. 11 und 13*gr*) gut abgebildet und geschildert. Es sind dies kleine Zellen mit rundlichem oder birnförmigem Zellenkörper, der nur Einen Fortsatz nach aussen entsendet, der in der grauen Schicht in ein zierliches Bäumchen sich auflöst. Diese Elemente finden sich in der Körnerlage so zahlreich, dass dieselbe einzig und allein aus ihnen zu bestehen scheint. *v. Gehuchten* betrachtet diese Elemente als Zellen, die nur Einen Achsencylinderfortsatz und keine Dendriten haben (S. 280), worin ich ihm nicht beistimmen kann. Mich erinnern diese Körner am meisten an die des *Bulbus olfactorius*, von denen ich oben zu zeigen versuchte, dass dieselben zur Neuroglia gehören.

γ) Die Lage der cerebralen Opticusleitungen. Dieselbe besteht aus im Wesentlichen quer, z. Th. auch longitudinal verlaufenden Fasern, welche von den Zellen der vierten Schicht oder der grauen Lage entspringen.

δ) Die graue Lage enthält sehr mannigfaltige Zellenformen, die in vielem an die des *Lobus opticus* der Vögel erinnern (*Fusari, v. Gehuchten, Neumayer*). Namentlich findet sich hier jene eigenthümliche Form, die meine Fig. 576 darstellt, wie *v. Gehuchten* (II Fig. 13) und *Neumayer* (l. c. Fig. 1, 7 und 5) nachgewiesen haben, ferner nach *Fusari* Zellen des *Golgi*'schen II. Typus. Der wichtigste Bestandtheil dieser Lage sind jedoch die Endigungen der Opticusfasern, die von der

ε) Schicht, der Opticusfaserlage, in die vierte Lage eintreten. Diese wichtigen Elemente hat bis jetzt nur *Fusari* bestimmt gesehen und abgebildet (Taf. III) und findet er, dass die Opticusfaserenden besonders in der äusseren Hälfte der grauen Lage sich finden, die aus diesem Grunde heller aussehe. Die genauere Form dieser Endigungen findet sich am unteren Ende der Figur von *Fusari* dargestellt und scheinen demzufolge die optischen Endpinsel bei den Teleostiern weniger reich zu sein, als bei den Vögeln. Die Opticusfaserlage enthält vorwiegend longitudinale Elemente und soll sich der *Tractus* nach *Fusari* in zwei Theile spalten, ein starkes äusseres Bündel zum *Lobus opticus* und schwaches inneres zum *Thalamus* (*Stieda*).

ζ) Die molekuläre Lage besteht aus den Enden der Dendriten der Zellen der tieferen Lagen, aus den Enden der Ependymfasern und einigen kleinen dieser Schicht angehörenden Zellen (*Fusari, Neumayer*), unter denen auch einzelne *Cajal*'sche Zellen, *Retzius*, sich finden (*Neumayer* Fig. 1 u. 2).

Zur Ergänzung des eben geschilderten dienen nun einmal die Beobachtungen von *L. Sala* über den *Torus longitudinalis* und die von *v. Gehuchten* über den Verlauf der centralen Opticusleitung.

d) Der *Torus longitudinalis*, ein paariger Längswulst an der ventralen Seite der dorsalen Verbindungsbrücke der beiden *Lobi optici* ist erst vor kurzem von *L. Sala* bei der Schleie, *Tinca chrysitis*, als ein Nervenkern erkannt worden. Von seinen unipolaren, aber mit Dendriten versehenen Zellen

(Fig. 1) entspringen Axonen, welche bei jedem *Torus* schliesslich ein einziges Bündel bilden, das, die Fasern der dorsalen Kommissur der *Lobi optici* (*Sylvian commissure* von *Herrick*) durchsetzend, über der Körnerschicht weiter zieht und dann mit einer Zahl isolirter Bündel alle Lagen des *Tectum opticum* durchdringend in das *Stratum zonale* an der Aussenseite der Opticusfasern eintritt und hier weiter verläuft. Einen Theil dieser Bündel zeichnet auch *Fusari* (Taf. III am oberen Ende der Figur), ohne ihren Ursprung zu kennen, ebenso *Herrick*, der sie für Ependymfasern hält (siehe *Sala* S. 12). *L. Sala* vermuthet, dass diese im *Torus* entspringenden Fasern centrifugale Opticusfasern seien. Ausser diesen Zellen und den von ihnen entspringenden Fasern hat *Sala* im *Torus* noch ein zweites System von sich verästelnden Fasern beschrieben (Fig. 4), die meiner Meinung nach einfach Endäste zuleitender Fasern sind. Dieselben entspringen nach *Sala* von den Fasern der Kommissur der *Lobi optici*, wobei auch eine theilweise Kreuzung stattfindet. Die Ursprungszellen der Fasern dieser Kommissur sind unbekannt, doch gehören dieselben sehr wahrscheinlich den Zellen der vierten Schicht an.

Der centralen Opticusleitung dienen die Fasern, die von den Zellen der grauen vierten Lage entspringen. Dieselben sammeln sich jederseits in zwei starke Bündel (*Bellonci* I Taf. IV *cs*, *v. Gehuchten* II Fig. 11 *c.ray*), welche in den Strahlenkranz von *Fritsch* übergehen und vorher die Kommissur der *Lobi optici* bilden (*Bellonci*). Im weiteren Verlaufe hängen dieselben zusammen mit dem *Pedunculus cerebri* (dem basalen Vorderhirnbündel) und mit dem *Lobus centralis* (*Bellonci* Tab. IV, *v. Gehuchten* Fig. 11). Andere Theile dieser Leitung bilden eine Kommissur an der ventralen Seite der *Lobi centrales*, die *Commissura ansata* von *Fritsch* und gehen dann mit absteigenden Fasern in die sogenannten unteren Pyramiden über. *v. Gehuchten* nennt diese Bahn *Faisceau descendant optique* und vergleicht dieselbe der von *Held* angenommenen Bahn von den vorderen Vierhügeln zu den Kernen der Augenmuskelnerven.

Frägt man nach dem eigentlichen Sitze der centralen Opticusleitung, so scheint eine Möglichkeit vorhanden zu sein, dieselbe in das Stammganglion zu verlegen, falls sich nachweisen liesse, dass die centripetalen Fasern desselben von den Zellen des *Lobus opticus* entspringen. Ferner wäre auch an den *Lobus centralis* und *inferior* zu denken. Jedenfalls aber gehört das Stammganglion zur centralen Geruchsleitung, ebenso wie das *Ganglion habenulae*, wenn meine obige Deutung richtig ist.

Hier sei noch erwähnt, dass *P. Ramón y Cajal* in seiner Arbeit vom Jahre 1894 auf S. 73 in Fig. 31 eine Abbildung eines Frontalschnittes des *Lobus opticus* des Hechtes giebt, ohne jede Beschreibung, aus der über die Enden der Opticusfasern nichts sich entnehmen lässt.

e) Ueber den feinsten Bau des kleinen Gehirns von Teleostiern geben die Abhandlungen von *Fusari*, *P. Ramón* und *Schaper* genügende Auskunft und betonen namentlich die beiden letztgenannten Autoren, dass die Verhältnisse wesentlich dieselben sind, wie bei den Säugern, Angaben, die auch der neueste Untersucher *S. Ramón* bestätigt, nur dass es ihm auch gelungen ist, um die *Purkinje*'schen Zellen herum eine Art Endkörbe zu finden. *S. Ramón* giebt auch in seinen Contribuciones vom Jahre 1894 auf S. 202 und in Fig. 4

eine Besprechung und Abbildung von zwei inneren Ganglien im *Cerebellum* der Forelle. Das eine derselben mit unipolaren und bipolaren Zellen sendet seine Axonen in die Rinde des kleinen Hirnes, während das andere (*Ganglio cerebelloso posterior Ramón*) seine Achsencylinder zum *Bulbus* schickt.

2. Cystostomen, Selachier, Ganoiden, Dipnoi.

Von keiner dieser Abtheilungen liegen mit Hilfe der *Golgi*'schen Methode angestellte zusammenhängende Untersuchungen vor, abgesehen von einigen wenigen Angaben von *Burckhardt* über *Protopterus*, und bin ich aus diesem Grunde nicht im Stande, auf die zahlreichen Untersuchungen über den Faserverlauf in diesen Gehirnen einzugehen. Mit Rücksicht auf die allgemeine Auffassung dieser Gehirne und vor allem ihres Vorderhirns verweise ich auf *Rabl-Rückhard* (Anat. Anz. 1894), dem ich mich voll anschliesse.

Litteratur der Fische.

Ausser den auf S. 165 und 179 citirten Arbeiten von *Ahlborn*, *R. Burckhardt*, *Fritsch*, *Fulliquet*, *Goronowitsch*, *B. Haller*, *Langerhans*, *Rabl-Rückhard*, *Rohon*, *Sanders*, *Stieda*, *Viault*, *Vignal* nenne ich folgende Autoren: *Auerbach*, Die *Lobi optici* der Teleostier in Morph. Jahrb. Bd. XIV, 1886; *Bellonci*, I. Ricerche s. tessitura del cervello dei Teleostei, Acad. d. Lincei 1878/79. — II. Struttura dei Lobi olfattorii negli Artropodi superiori e nei vertebrati. Ebenda, Vol. XIII, 1882, 11 S., 2 Taf. — III. Terminazione centrale del nervo ottico nei mammiferi, Vol. VI, 1885, 8 S., 1 Taf.; *F. Botazzi*, Jl cervello anteriore dei Selacei in Mem. d. Acad. dei Lincei Vol. IV, p. 225—243, Tav. 12. — Intorno alla corteccia cerebrale dei vertebrati Mem. d. Ac. dei Lincei Vol. III, 1893; *J. J. David*, Die *Lobi inferiores* des Teleostiergehirnes. Diss., Basel, 1892, 50 S., 2 Taf.; *Edinger*, I. Das Vorderhirn in Senckenberg'sche Abh. 1888. — II. Das Zwischenhirn der Selachier und Amphibien. Ibid. 1892; *R. Fusari*, Intorno alla fina anatomia dell encefalo dei Teleostei. Ac. dei Lincei 1887, 20 S., 3 Taf., auch Internat. Monatsschrift 1887; *A. v. Gehuchten*, I. Contrib. à l'étude du système nerveux des Téléostéens in La Céllule T. X, 1893, S. 255—295, Pl. I—III. — II. Le faisceau longitudinal postérieur. Bruxelles 1895 und Bulletin de l'Académie de médecine Vol. XI, 40 S., 3 Taf.; *C. L. Herrick*, Topography and Histology of the brain of certain ganoid fishes in Journ. of comp. Neurology Vol. I, p. 172. — Contrib. to the morphology of the brain of bony fishes in Journ. of comp. Neurology Tom. I, 1891, p. 211, 229, 333, Tom. II, 1892. — The commissures and histology of the teleost brain in Anat. Anz. VI, 1891; *Mayser*, Vergl.-anat. Stud. üb. d. Gehirn der Knochenfische in Zeitschr. f. w. Zool. 1881, Bd. 36; *Neumayer*, Hist. Unters. ü. d. Centralnervens. v. Esox lucius in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 44, 1895; *Osborn*, On the origin of the corpus callosum in Morph. Jahrb. 1887; *Rabl-Rückhard*, Der *Lobus olfactorius impar* der Selachier in Anat. Anz. Bd. VIII, 1893, S. 728. — Das Gehirn der Knochenfische in Biol. Centralbl. IV, 1884, Nr. 16, 17. — Zur Entw. d. *Torus longitudinalis* im Mittelhirne der Knochenfische in Anat. Anz. II, 1887. — Das Vorderhirn der Cranioten in Anat. Anz. Bd. IX, Nr. 17, 1894; *P. Ramón*, Estructura del cerebelo de los peces in Gaceta sanitaria de Barcellona Nr. 1, 1890, S. 16—18; *S. Ramón*, Sobre la estructura de los tubos nerviosos del lobulo cerebral electrico de Torpedo in Revista trimestrial de Histologia 1 Agosto 1888. — Encefalo de los Teléosteos, I. Cerebelo in Anales de historia natural 1894, p. 93—99. — Algunas contribuciones al conocimento de los ganglios del encefalo. Madrid 1894, S. 202 Cerebellum der Forelle; *G. Retzius*, Das Gehirn und das Auge von Myxine in Biol. Unters. V, p. 55, 1893; *L. Sala*, Sulla fina struttura del Torus longitudinalis nel cervello dei Teleostei. Pavia 1895, 15 S., 5 Holzschnitte; *Schaper*, Zur feineren Anatomie des Kleinhirns der Teleostier. Anat. Anz. 1893, S. 705—720. — Die morphol. u. histol. Entw. d. Kleinhirns der Teleostier in Morph. Jahrb. XXI, p. 625; *F. K. Studnička*, Beiträge zur Anat. u. Entw. d. Vorderhirns der Cranioten. Prag 1895.

B. Gehirn der Batrachier.

Das Gehirn der Batrachier unterscheidet sich von demjenigen der Fische durch die gute Entwicklung eines Hirnmantels am Vorderhirne, wenn dasselbe auch sonst durch grosse Einfachheit im Baue sich auszeichnet (*Edinger*).

Die einzigen bis jetzt vorliegenden Angaben über die Elementartheile des Gehirns der Batrachier verdanken wir *Oyarzum* und den Brüdern *S. Ramón y Cajal* und *Pedro Ramón y Cajal*, denen im Jahre 1895 auch *L. Neumayer* sich beigesellt hat. Ausserdem hat auch *Calleja* einige Angaben über das Gehirn von *Pleurodeles Waltlii* (l. c. p. 10 u. ff.). Am ausführlichsten sind die Schilderungen der beiden *Ramón y Cajal* und vor allem diejenigen von *Pedro*, denen ich in Nachstehendem folge.

Die Gehirnrinde der genannten Amphibien besteht, abgesehen von dem Ependym, aus zwei nervösen Lagen, die als Zellenschicht und als weisse Rindenschicht oder Molekulärlage bezeichnet werden können.

Die Zellenschicht entspricht der Pyramidenschicht und der Lage der polymorphen Zellen der Säugethiere, doch unterscheiden sich die betreffenden Zellen vor allem dadurch, dass sie nur selten basale und keine absteigenden Dendriten besitzen. Meist birnförmig, auch wohl dreieckig oder spindelförmig, geben dieselben zwei, drei oder mehr aufsteigende Dendritenstämme ab, die mit ihren Aesten, die alle mit Dornen besetzt sind, die Oberfläche der Rinde erreichen und da frei auslaufen. Im Allgemeinen nimmt die Grösse dieser Zellen von der Oberfläche gegen die Tiefe zu und finden sich die grössten derselben nahe am Ependym.

Die Axonen dieser Zellen sind z. Th. absteigend, z. Th. aufsteigend. Ersteres gilt nach *S. Ramón* besonders von den mehr oberflächlich gelegenen Elementen, deren Achsencylinder von vorn nach hinten verlaufende Faserbündel bilden, wie *Oyarzum* bereits beobachtet hat. An den grossen, tiefer gelegenen Zellen und auch an anderen der mittleren Regionen entdeckte *S. Ramón* aufsteigende Axonen, die mit ausgebreiteten Verästelungen in der Molekularzone endeten. Einzelne dieser Zellen erreichten diese Zone nicht und entsprechen möglicherweise *Golgi*'s Zellen des II. Typus.

Alle diese Achsencylinder ohne Ausnahme geben zahlreiche Collateralen ab.

Die Molekularzone ist abwärts nicht scharf begrenzt und enthält Zellen und Fasern. Erstere sind nicht häufig, kugelig oder spindelförmig mit zwei, meist horizontal verlaufenden Fortsätzen. Die einen derselben besitzen einen zarten Achsencylinder, der ganz und gar in der Molekularzone sich verzweigt, die anderen gleichen den *Cajal*'schen Zellen der Säuger, die keinen Unterschied von nervösen Fortsätzen und Achsencylindern erkennen lassen.

Die Fasern der Molekularzone bestehen 1. aus den Enden der eben genannten Zellen und den Dendriten der Pyramidenzellen, 2. aus den Verzweigungen der aufsteigenden Achsencylinder, unter denen sehr starke vorkommen (Fig. 4 *c*), die auf weite Strecken verlaufen und wohl Associationsfasern sein könnten, 3. aus denen der aufsteigenden Collateralen absteigender Achsencylinder. Stellenweise enthält die Molekularlage auch gröbere parallele Nervenfasern, die von anderen Gegenden herzukommen scheinen und an die Marksubstanz der Hirnrinde höherer Wirbelthiere erinnern. An den unteren Seitentheilen des Gehirns

findet sich ferner oberflächlich eine Fortsetzung des *Tractus olfactorius*, die zahlreiche Collateralen in die Molekularzone abgiebt. In anderen Gegenden, vor allem an der Medialseite des Vorderhirns, enthalten die tiefen Gegenden der Molekularzone besonders dicke Fasern, die wahrscheinlich dem von *Oyarzum* beschriebenen *Fasciculus antero-posterior* angehören.

Die Ependymzellen begrenzen einerseits den Ventrikel des Gehirns und entwickeln an ihrer freien Fläche einen oder selbst mehrere freie Ausläufer, andererseits durchziehen dieselben mit reich verästelten knorrigen Stämmen die ganze Hirnrinde und enden an deren Oberfläche mit konischen Verdickungen. Diese Verästelungen bilden die einzige Kittsubstanz der Hirnrinde und fehlen Gliazellen ganz und gar.

Die neueren Untersuchungen von *Pedro Ramón* vom Jahre 1894, deren erste Kenntniss ich der Freundlichkeit *Edinger's* verdanke, zeichnen sich dadurch aus, dass sie Gesammtschnitte durch das Vorderhirn von *Rana* gehen und nicht nur Darstellungen der Rinde. Fig. 1 stellt einen Frontalschnitt einer Hemisphäre dar, an deren medialer Wand dorsal eine Gegend (*tabique*) sich findet, die in toto gleichmässig angeordnete Zellen enthält, und ventral das Basalganglion zeigt, dessen Zellen in kleinen Gruppen beisammen stehen, die durch einen *Sulcus intermedius* und eine helle *Zona limitans* geschieden sind. An der lateralen Seite zeigt die eigentliche Hirnrinde ziemlich überall dieselbe Breite und fast nur in der tiefen Hälfte gedrängt stehende Zellen mit Ausnahme der Gegend, die der Furche gegenüber liegt, wo ein Zug von Zellen in schiefer Richtung bis nahe an die Oberfläche geht und die *Regio arcuata* darstellt.

Die Beschreibung, die *P. Ramón* von den Nervenzellen giebt, stimmt, was die Rinde anlangt, wesentlich mit der von *S. Ramón* überein, nur schildert er eine grössere Zahl von abweichenden Zellenformen (Fig. 3, 4). Die Nervenfasern anlangend, so verlaufen dieselben in der Rinde fast alle oberflächlich und stellt das *Stratum moleculare* hier in der That ein *Stratum zonale* dar, das der weissen Substanz der Hirnrinde höherer Wirbelthiere entspricht und die grosse Mehrzahl der von den Zellen der Rinde entspringenden Achsencylinder enthält. Der Verlauf dieser oberflächlichen Fasern, die viele Collateralen abgeben, ist schwer zu ermitteln; viele derselben verlaufen von vorn nach hinten an den Seiten des Vorderhirnes und scheinen sich mit dem im Basalganglion entspringenden Basalbündel zu vereinen. Auch *Tractus olfactorius*-Fasern zogen in die oberflächliche Faserlage ein.

Die Zellen des Daches der medialen Vorderhirnwand (des *tabique*) verhalten sich im Allgemeinen wie die Pyramidenzellen der Hirnrinde; ihre Dendriten erreichen die Oberfläche der medialen Wand des Vorderhirnes, während ihre Achsencylinder zahlreiche Collateralen abgeben, aber doch ihre Selbstständigkeit nicht verlieren und in das sogenannte *Corpus callosum* übergehen (Fig. 6).

Die Zellen des Basalganglion gleichen den vorhin beschriebenen und gehen theils in die des Basalbündels über, theils kreuzen sie sich mit denen der anderen Seite und gehen in das *Stratum zonale* der entgegengesetzten ventralen Seite (Fig. 4).

Von den Kommissuren des Gehirnes der Batrachier meldet *Pedro Ramón y Cajal* folgendes.

1. Als *Corpus callosum* wird eine Verbindung bezeichnet, die die beiden Dächer der medialen Hirnwand vereint und z. Th. auch noch Fasern in den dorsalen Theil der Hirnrinde sendet. Ich betrachte diese Kommissur als *Psalterium* und die betreffenden Hirntheile als der Ammonswindung entsprechend (siehe bei den Reptilien).

2. Die *Commissura anterior* besteht aus einem Querbündel, das tiefer als das *Psalterium* liegt und gekreuzt mit einem an der ventralen Seite des Gehirnes zum *Bulbus olfactorius* verlaufenden Bündel in Verbindung steht.

3. Von einer queren gekreuzten Verbindung der Basalbündel war schon oben die Rede.

Ausserdem giebt nun *P. Ramón y Cajal* noch eine sorgfältige ausführliche Beschreibung des Zwischenhirnes, des *Ganglion habenulae* und *Lobus opticus* von *Rana* nach *Golgi*-Präparaten, die als die erste Schilderung der Art alle Beachtung verdient (S. 28—50, Fig. 14—23). Da jedoch die wesentlichen Verhältnisse dieselben sind wie bei den Vögeln, so glaube ich auf meine frühere Schilderung verweisen zu dürfen. Ebenso mit Hinsicht auf das *Cerebellum* (S. 50—55, Fig. 24).

Litteratur über das Hirn der Amphibien.

Ausser den auf S. 189 erwähnten Arbeiten von *M. Köppen*, *Reissner*, *Stieda*, die Arbeiten von: *Bellonci*, Sulle commissure cerebrali anteriori degli Anfibii e Rettili. Bologna 1887; *R. Burckhardt*, Unters. am Hirn und Geruchsorgan von Triton und Ichthyophis in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 52; *Edinger*, Senckenberg. Abh. 1888 u. 1892; *P. A. Fisch*, The central nervous system of Desmognathus fusca. Journ. of Morphol. Vol. X, 1895; *B. F. Kingsbury*, The brain of Necturus maculatus in Journ. of compar. Neurology Vol. V, Dec. 1895; *L. Neumayer*, Die Grosshirnrinde der niederen Vertebraten in Sitzungsber. d. Ges. f. Morphol. u. Phys. in München 1895, Heft I, S. 61 u. Fig. 1 Rana; *Osborn*, The origin of the corpus callosum in Morphol. Jahrb. 1887; *Oyarzum*, Ueber den feineren Bau des Vorderhirns der Amphibien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 35, 1890; *P. Ramón y Cajal*, Investig. microgr. en el encefalo de los batraceos y reptiles, Cuerpos geniculados y tuberculos cuadrigeminos de los mamiferos, Zarogoza 1894, 4; *S. Ramón y Cajal*, Pequennas contribuciones al conocimento del sistema nervioso. Barcelona 1891, p. 13—17, Fig. 4 (Frosch, Salamander, Triton); *Schulgin*, Ueber den Bau des centr. Nervensyst. d. Amphibien u. Reptilien. Odessa 1887 (Russisch); *O. S. Strong*, The cranial nerves of amphibia Boston 1895, in Studies from the biolog. Laborat. of Columbia College Zoology Vol. I; *R. Wlassak*, Die optischen Leitungsbahnen des Frosches. Arch. f. Anat. u. Phys., Physiol. Abth., 1893.

C. Gehirn der Reptilien.

Auch über dieses Gehirn hatten bis vor Kurzem nur zwei Autoren, die Brüder *Pedro* und *S. Ramón* mit Hilfe der *Golgi*'schen Methode berichtet, während zahlreiche Untersuchungen von *Bellonci*, *Osborn*, *Schulgin*, *Rabl-Rückhard*, *Stieda*, *Meyer*, *Köppen*, *C. L. Herrick* und *Edinger* nach anderen Verfahrungsweisen vorlagen. Nun ist aber in diesem Jahre eine neue wichtige Arbeit von *Edinger* dazu gekommen, in welcher auch die *Golgi*'sche Methode Verwerthung gefunden hat.

Nach *Pedro Ramón*'s ausführlicherer Schilderung zeigt ein Frontalschnitt des vorderen Theiles des Gehirnes der *Lacerta agilis*, abgesehen von dem

Ependym, fünf Schichten: 1. eine oberflächliche weisse Lage oder die oberflächliche Molekularlage, 2. die Lage der oberflächlichen Pyramidenzellen, 3. eine tiefe weisse Lage oder die tiefe Molekularschicht, 4. die Schicht der grossen Pyramidenzellen, 5. die weisse Substanz.

1. Die erste Lage besteht aus einer ungemein grossen Anzahl von geschlängelt verlaufenden, reichlich verzweigten und frei endenden Fasern, deren Herkunft eine verschiedene ist. Die einen sind Collateralen der weissen Substanz, andere stammen vom *Psalterium* (Balken von *P. Ramón*) ab und zeichnen sich durch reiche und weit ausgebreitete Verästelungen aus. Dagegen fehlen, den bisherigen Beobachtungen zufolge, Ausbreitungen aufsteigender Achsencylinder ebensowie beim Frosche. *S. Ramón* fügt nach seinen Untersuchungen, die sich auf den occipitalen Theil des Gehirnes der *Lacerta agilis* beziehen, den genannten Faserkategorien noch folgende bei: a) Achsencylinder spärlicher, in der Molekularlage vorkommender spindelförmiger Zellen und b) aufsteigende Collateralen der Neuraxonen der Pyramidenzellen.

2. Die oberflächlichen Pyramidenzellen bilden im Frontalschnitte eine dicke, neben dem Grunde der Längsspalte mit einer am abgerundeten Ende beginnenden Zellenlage. Auf der Höhe der Hemisphäre biegt sich dieselbe um und endet schliesslich zugespitzt oder verschmälert gegen die Oberfläche gewendet. Unterhalb dieser Gegend beginnt eine neue Zellenlage von anscheinend gleicher Bedeutung wie die andere, aber minder scharf gegen die beiden Molekularlagen begrenzt. In den vordersten Frontalschnitten des Gehirnes sind diese beiden Zellenlagen zusammenhängend, während in Schnitten aus der Occipitalgegend dieselben ganz getrennt sein sollen, eine Angabe, mit der *P. Ramón*'s Abbildungen nicht übereinstimmen, indem er auch in seinen Abbildungen 1 und 2, namentlich in Fig. 1, die beide aus vorderen Gegenden stammen, die beiden Zellenlagen scharf getrennt zeichnet.

Die genannte laterale Zellenschicht entspricht, worauf *P. Ramón* die Aufmerksamkeit gelenkt hat, der Lage, die *Edinger* als Ursprungsstelle des *Nervus olfactorius* und als dem *Lobus olfactorius* der Säuger gleichwerthig betrachtet und wird daher von *P. Ramón* „*Formatio olfactoria*" genannt. Die Elemente beider dieser Lagen entsprechen den Pyramidenzellen des Gehirnes der Säuger und zeichnen sich nach *P. Ramón* — was einen wesentlichen Unterschied zwischen den Reptilien und Amphibien bedingt — dadurch aus, dass ihre Elemente sehr oft auch absteigende Dendritenbüschel besitzen, so dass sie eine gewisse Aehnlichkeit mit den Zellen des Ammonshornes erhalten, von welcher Eigenthümlichkeit *S. Ramón* nichts erwähnt. Die äusseren Dendriten gehen wie immer in die äussere Molekularschicht ein und durchsetzen dieselbe ganz. Alle Achsencylinder dieser Zellen sind absteigend und besitzen Collateralen.

3. Die innere Molekularzone oder weisse Schicht zeigt nichts Besonderes. Die in ihr vorkommenden Elemente sind dieselben, die auch in der oberflächlichen Molekularzone sich finden, mehr den Collateralen der Axonen der Pyramidenzellen.

4. Die Lage der grossen Pyramiden besteht aus wenigen grossen, unregelmässig in zwei Lagen angeordneten Zellen, deren innere Dendriten lang horizontal verlaufen, während die äusseren die Oberfläche erreichen. Diese Elemente, die *S. Ramón* nicht erwähnt, entsprechen meiner Meinung zufolge wahr-

scheinlich den grossen Pyramiden der Säuger. Auf der anderen Seite beschreibt *S. Ramón* eine Lage von polymorphen Zellen auf die Autorität seines Bruders hin, meint daher wahrscheinlich die eben beschriebenen grossen Elemente.

Auch in der *Formatio olfactoria* kommen nach *P. Ramón* in der Tiefe einzelne grosse Zellen vor und bildet er in Fig. 1 in *r* eine solche ab, die ihren Neuraxon in den Balken abzugeben schien, wie er annimmt.

5. Von der weissen Substanz ist nur das hervorzuheben, dass gewisse Achsencylinder von Pyramidenzellen in derselben angelangt, schöne Zweitheilungen zeigten, indem der eine Ast dem Balken zustrebte, der andere lateralwärts zog. Wahrscheinlich gehören die letzten Aeste Projektionsfasern an, die mit anderen ungetheilten Achsencylindern zu tieferen Ganglien ziehen, wie dies *P. Ramón* von einigen bestimmt beobachtet hat, an denen auch Collateralen wahrgenommen wurden, wie sie *S. Ramón* im Streifenhügel an Projektionsfasern sah.

Die Fasern, die zum sogenannten Balken (dem *Psalterium*) ziehen, sind stark und geben, bevor sie die Mitte erreichen, Collateralen ab, die senkrecht aufsteigend in der inneren und äusseren Molekularzone sich verzweigen. Einzelne mit den Balkenfasern verlaufende Fasern erreichen die Medianebene nicht, steigen vertikal abwärts, kreuzen sich mit den entsprechenden der anderen Seite und treten zum Theil in die vordere Kommissur ein.

Das Ependym verhält sich wie bei den Batrachiern und fehlen echte Gliazellen.

Nach Schilderung der mikroskopischen Verhältnisse des Grosshirnes der Reptilien, wie dieselben aus den Untersuchungen der Gebrüder *Ramón* und von *Edinger* sich ergeben haben, ist es nun noch nöthig, einen Blick auf den Gesammtbau desselben zu werfen, wie derselbe vor Allem nach den ausgedehnten und sorgfältigen Untersuchungen *Edinger*'s sich darstellt.

Die Reptilien sind nach *Edinger* die ersten Wirbelthiere, die eine besser entwickelte Hirnrinde besitzen, doch ist die Bedeutung dieser Rinde noch eine sehr einseitige, indem dieselbe grösstentheils dem Riechapparate dient, und auch der Stammlappen steht, abgesehen von dem in ihm entspringenden basalen Vorderhirnbündel, in Beziehung zu demselben. Die aus den Mitralzellen des *Bulbus olfactorius* entspringenden *Tractus olfactorius*-Fasern enden in den vordersten Theilen des Vorderhirnes beiläufig in der Gegend, die *Edinger* in seinem Schema Fig. 5 auf S. 343 als *Area parolfactoria* und im Sagittalschnitte der Taf. III als *Area olfactoria* bezeichnet. Ich nehme nun, vielleicht nicht in voller Uebereinstimmung mit *Edinger* an, dass an den Zellen dieser *Area* alle Elemente der sekundären Riechbahn, die an den Mitralzellen beginnt, ihr Ende erreichen und dass mit den hier vorkommenden Zellen und ihren Axonen neue Riechbahnen dritter Ordnung beginnen. Als solche wären zu bezeichnen die verschiedenen Bahnen zum Vorderhirne, die *Edinger* als *Tractus cortico-epistriatus*, als *Tractus bulbo-corticalis* (Taf. III und Schema Fig. 5), ferner als *Tractus olfactorius septi* nachgewiesen hat. Von besonderer Bedeutung ist der Fund eines *Tractus olfactorio-habenularis*, der in der *Taenia thalami* verläuft, indem durch denselben ein helles Licht fällt auf die bei Säugern ebenfalls vorkommende Beziehung der *Taenia thalami* zur Hirnbasis in der Gegend des Streifenhügels (s. S. 483 und 484, Fig. 639, 643).

Von den erwähnten tertiären Bahnen ist besonders wichtig der *Tractus olfactorius septi*, einmal seiner Mächtigkeit halber und zweitens, weil an der medialen Vorderhirnwand, wie besonders *Edinger* überzeugend nachgewiesen hat, die Rinde dem Ammonshorne der Säuger entspricht. Soweit ist das Vorderhirn der Reptilien in einem Theile seiner Basis Endglied der sekundären Riechbahn und in einem grossen Theile seiner Rinde und (?) im Stammganglion Endpunkt der tertiären Riechbahn. Wenn auch das Vorderhirn der Reptilien möglicherweise noch andere Bahnen enthält, in welcher Beziehung erwähnt werden kann, dass vielleicht eine schwache Sehstrahlung zur Vorderhirnrinde angenommen werden darf (*Edinger*) und dass auch eine *Radiatio thalamo-corticalis* in den ersten Andeutungen da ist, so ist und bleibt doch das genannte Hirn wesentlich Riechhirn und ist es das grosse Verdienst von *Edinger*, dies bestimmt nachgewiesen zu haben.

Edinger ist es auch gelungen, bei den Sauriern einen Fornix aufzufinden (S. 373). Derselbe besteht aus fächerförmig aus der ganzen Innenwand des Vorderhirnes sich entwickelnden Fasern, die dicht über der *Commissura anterior* zu einem geschlossenen Bündel sich vereinen (Schema Fig. 5, Holzschnitt Fig. 11). Weiter theilt sich dasselbe in zwei Theile, einen *Tractus cortico-mammillaris*, der kaudal- und ventralwärts läuft und in der Gegend hinter dem *Chiasma* endet und einen *Tractus cortico-habenularis*, der, wie bei den Säugern, in die *Stria medullaris thalami* übergeht und zum *Ganglion habenulae* leitet. *Edinger* hat schon eine Andeutung, ob dieser Fornix der Reptilien nicht dem *Fornix longus* der Säuger entspreche, die ich voll unterstützen möchte. Die mediale Wand des Vorderhirnes der Reptilien entspricht ja nicht nur der Ammonsfalte, sondern auch dem *Gyrus fornicatus* der Säuger, aus welchem der *Fornix longus* entspringt. Ein *Fornix inferior* kann bei den Reptilien kaum vorhanden sein, da auch das Ammonshorn, in welchem derselbe entspringt, nicht gebildet ist.

Endlich ist noch der Kommissuren zu gedenken, über welche besonders neuere Untersuchungen von *P. Ramón* und *Edinger* ausschlaggebend sind.

I. Die *Commissura anterior* zeigt folgende Abtheilungen.

1. Eine *Pars corticalis* (*P. Ramón* Fig. 28, bei *Edinger* Fig. 1 und Fig. 9) verbindet die ventralsten Theile der Rinde lateral vom Stammganglion und die ventral von diesem liegenden oberflächlichen Theile des Vorderhirnes.

2. Ein *Pars connectens Corporis epistriati* frontal von dem vorigen Abschnitte gelegen und mit zierlichen Endigungen bis an die Oberfläche des *Epistriatum* gehend (*P. Ramón* Fig. 28 *L*).

3. Ein *Ramus olfactorius* stammt aus der medialen Rinde, soll sich in der *Commissura anterior* kreuzen, um dann schliesslich im *Bulbus olfactorius* sich zu verlieren. Die in der Rinde liegenden Theile bilden ein feines Netzwerk (*P. Ramón* Fig. 28 *JM*).

II. Als Kommissuren, die einem *Psalterium* entsprechen, erscheinen die früher von *Osborn*, *P. Ramón* und *Edinger* als Balken bezeichneten Verbindungen der zwei Abtheilungen des Vorderhirnes, wie dies *Meyer* zuerst hervorhob. Dieselben können vorläufig mit den von *Meyer* aufgestellten Namen als *Commissura pallii anterior* und *posterior* bezeichnet werden. Die

Commissura pallii anterior (*Edinger* Fig. 9 S. 368 und Fig. 10 S. 373) liegt dorsal von der *Commissura anterior* und findet sich nach *Edinger* bei allen von ihm untersuchten Reptilien, wogegen die *Commissura pallii posterior*, die weiter rückwärts liegt, nach *Rabl-Rückhard* bei den Cheloniern, Ophidiern und Krokodiliern fehlt und nur bei den Sauriern vorhanden ist (Riesenschlange S. 702). Beide Kommissuren verbinden Theile der Rinde, die der Ammonsformation entsprechen (siehe die Fig. von *Edinger*) und lassen sich somit wohl sicher dem *Psalterium* vergleichen.

In Betreff des *Lobus opticus* der Reptilien verweise ich auf S. 422 dieses Werkes und für Einzelheiten vor allem auf beide Arbeiten von *P. Ramón y Cajal*.

Das *Cerebellum* der Reptilien hat ebenfalls *P. Ramón* (s. die erste Abhandlung) sehr gut bearbeitet und vor allem die *Purkinje*'schen Zellen und die kleinen Körnerzellen ebenso gefunden, wie dieselben früher von den Säugern geschildert wurden (l. c. Fig. 8).

Litteratur.

Ausser den bei den Amphibien citirten Arbeiten von *Bellonci*, *Neumayer*, *Osborn*, *S. Ramón*, *Schulgin*, *Stieda*: *Fil. Botazzi*, Intorno alla corteccia cerebrale. Ac. dei Lincei Vol. III, Fasc. 3; *R. Burckhardt*, Unters. am Hirn u. Geruchsorgan von Triton und Ichthyophis in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 52, 1891; *Edinger*, Unters. üb. d. vergl. Anat. d. Gehirns. III. Senckenberg. Abhandl. 1896, IV Taf., 14 Textfigg.; *C. L. Herrick*, Brain of Alligator in the Journ. of the Cincinnati Society of natural history Vol. XII, 1889/90. — Brain of certain reptiles in Journ. of comp. Neurol. I, 1891 und III, 1893; *Köppen*, Anatomie des Eidechsengehirns in *Schwalbe*, Morpholog. Arbeiten 1892, S. 496, 3 Taf.; *Ad. Meyer*, Ueber das Vorderhirn einiger Reptilien in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 55, 1892; *Rabl-Rückhard*, Das Centralnervensystem des Alligators in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 30. — Das Gehirn der Riesenschlange. Ebenda Bd. 58. — Ueber ein Fornixrudiment bei Reptilien in Zool. Anz. 1881; *P. Ramón*, El Encefalo de los Reptiles. Barcelona 1891, 31 S., 8 Fig. — Encephalo de los Batraceos y Reptiles. Zaragoza 1894; *Stieda*, Ueber den Bau des centr. Nervensystems d. Schildkröte in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 25. Die Arbeiten von *N. E. Brill*, *A. Maracino* und *Raff di Milia* sind mir unbekannt.

D. Gehirn der Vögel.

Abgesehen vom *Lobus olfactorius* sind bisher nur zwei Theile des Gehirnes der Vögel einer Untersuchung mit neueren Methoden unterzogen worden und das ist einmal das grosse Gehirn des Huhnes, über welches eine Arbeit von *Cl. Sala y Pons* aus dem Jahre 1893 und eine Mittheilung von *L. Neumayer* vom Jahre 1895 vorliegt und zweitens die Ganglien des Kleinhirns und die Ursprünge (besser die Enden) des *Nervus acusticus* im Gehirne, die *S. Ramón* bearbeitet hat. Aber auch sonst sind Untersuchungen über das Gehirn der Vögel nach älteren Methoden sehr spärlich und ist nur die von *Brandis* nach der *Weigert*'schen Methode durchgeführt.

Das grosse Hirn der Vögel zeichnet sich bekanntlich durch eine geringe Entfaltung der Rinde und eine ganz kolossale Entwicklung des Stammganglions aus. Der Seitenventrikel ist sehr eng und die Rinde nur an der dorsalen Decke zu beiden Seiten der Hirnspalte etwas mächtiger, von welcher Gegend aus ein

starkes markhaltiges Bündel, das der strahligen Scheidewand ausgeht, das im *Corpus opticum* sein Ende erreicht.

Die Befunde, zu denen *Cl. Sala* mit Bezug auf den feinsten Bau der Hirnrinde und des Streifenhügel gelangt ist, lassen sich mit ihm folgendermassen formuliren.

1. Die Nervenzellen der Hirnrinde sind von denen der Säuger dadurch verschieden, dass sie vorwiegend sternförmig sind, und mit ihren Dendriten die Oberfläche des Gehirnes nicht erreichen. Meist haben dieselben auf- und absteigende Dendriten und selten einen Spitzenstamm, wie echte Pyramidenzellen.

2. Der Art nach zerfallen diese Nervenzellen in solche der I. und andere des II. Typus. Die Axonen der ersten Art besitzen eine grosse Zahl von Collateralen, die in vielen Fällen bei horizontalem Verlaufe des Hauptfortsatzes auf- und absteigend sind.

3. Eine Marksubstanz findet sich bei den Vögeln nicht, vielmehr liegen die markhaltigen Fasern der Rinde in den äusseren $^3/_4$ derselben, z. Th. vorwiegend im *Stratum zonale*. In der strahligen Scheidewand bilden dieselben für sich allein die ganze Rinde.

4. Die in der Rinde entspringenden Fasern verlaufen nicht durch den Streifenhügel. In diesem entspringt das basale Vorderhirnbündel von besonderen sternförmigen, grösseren, stark dornigen und kleineren Zellen. Ausserdem finden sich noch sehr schöne *Golgi*'sche Zellen des II. Typus.

5. Die *Neuroglia* im Vorderhirne der Vögel besteht aus Ependymfasern und echten Gliazellen.

Von den Untersuchungen von *S. Ramón* sind besonders beachtenswerth die über die Enden des *Acusticus*, in dem dorsalen Ganglion des *Nervus vestibularis* (Fig. 10 *A*, Fig. 11 *D*), das er „*Foco vestibular posterior*“ nennt. Der Ast des *Nervus vestibularis*, der in diesen Zellenhaufen eindringt, endet mit seinen einzelnen Fasern um die Zellen desselben herum und sind diese Enden durch ihre Einfachheit in hohem Grade bemerkenswerth. Manchmal legt sich ein solches Ende einfach bogenförmig gekrümmt an eine Zelle an, in anderen Fällen ist das Ende gäbelig getheilt oder in mehrere Aestchen zerfallen, deren jedoch nie mehr vorhanden sind, als an den Dendriten der Körnerzellen des *Cerebellum*. Manchmal legt sich an eine Zelle nur Ein Faserende, anderemal zwei und drei, die dann ein kleines cirkumcelluläres Nest oder einen Korb bilden. Sei dem wie ihm wolle, so giebt es nach *S. Ramón* keinen anderen Ort, an dem auch der Ungläubigste von dem Vorkommen freier Faserenden so sicher und bestimmt sich überzeugen kann wie hier (S. 221).

Litteratur.

Brandis, Unters. über das Gehirn der Vögel. I. Theil. Uebergangsgebiet vom Rückenmarke zur *Medulla oblongata*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 41, Taf. XIII. II. Theil. Ursprung der Nerven der *Medulla oblongata* S. 96, Taf. V und Das Kleinhirn S. 787, Taf. XXXIII, Ebenda in Bd. 43, 1894; *A. Bumm*, Das Grosshirn der Vögel in Zeitschr. f. wiss. Zool. Nr. 38; *E. Kreis*, Zur Kenntniss der *Medulla oblongata* des Vogelgehirns. Diss. Zürich 1882, 19 S., 6 Taf., 4°; *Mayser*, Ueber den *Nervus opticus* der Taube in Allg. Zeitschr. f. Psych. Bd. 51, 1894; *L. Neumayer*, l. s. c. S. 68, Fig. 3 (Taube); *S. Ramón y Cajal*, Alg. contrib al Conocim. d. l. Ganglios del Encefalo Madrid 1894. Ganglio d. Tecto de los aves S. 206, Fig. 6. IV. Origines del nervio acustico en las

aves S. 215—223, Fig. 9—11; *Cl. Sala y Pons,* La corteza cerebral de las aves Madrid 1893, 29 S., 7 Abb.; *L. Stieda* in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 19, 1869 (Huhn, Maus); *C. L. Turner,* Morphol. of the avian brain in Journ. of comp. Neurol. I, 1891.

E. Gehirn der Säugethiere.

Die Säugethiergehirne, die nach den neuen Methoden von *Weigert* und *Golgi* behandelt wurden, sind im Texte dieses Werkes so ausführlich besprochen, dass über dieselben, abgesehen von einigen Mittheilungen der neuesten Zeit, nichts mehr zu sagen übrig bleibt. Es sind dies vor allem die Gehirne der Maus und Ratte, des Kaninchens und Meerschweinchens, der Katze und des Hundes, die den Untersuchungen von *S. Ramón*, *Retzius*, *v. Lenhossék*, *v. Gehuchten* und *mir* als Vorwurf dienten, zu denen dann noch das menschliche Gehirn kommt, das jedoch fast nur von *Retzius* und *mir*, z. Th. auch von *Azoulay* mit der *Golgi*'schen Methode untersucht wurde, während *His* namentlich die erste Entwicklung der Zellen und Fasersysteme an Embryonen feststellte und *Dejerine* an *Weigert*'schen Präparaten die gröberen Faserungsverhältnisse verfolgte.

Was sonst im Gebiete der vergleichenden Hirnanatomie der Säuger geleistet wurde, kann hier nicht weiter besprochen werden, so wichtig auch die zahlreichen neueren Untersuchungen über die Hirnwindungen und über den inneren Bau des Gehirns der anthropoiden Säuger, der Cetaceen u. s. w. und der niedersten Formen, der Edentaten, Beutelthiere und Monotremen, sind und muss ich ganz und gar, einige wenige Punkte ausgenommen, darauf verzichten, mich auf Einzelheiten einzulassen.

Wer mit Bezug auf den feinsten Bau und den Faserverlauf der Säugethiergehirne wirklich Fruchtbringendes leisten will, möge an Monotremen, Beutelthieren, Edentaten, niederen Affen u. s. w., mit einem Worte an Thieren, die sowohl im erwachsenen als im Jugendzustande lebend zu erhalten sind, Serien *Weigert*'scher und *Golgi*'scher Präparate sich anlegen und dieselben, den Bahnen von *Edinger, Rabl-Rückhard, Symington* und *Elliot Smith* folgend, zu Vergleichungen und zur Gewinnung von Gesammtanschauungen benützen.

Die Einzelheiten, die ich hier noch besprechen möchte, beziehen sich einmal auf die Kommissurensysteme der Säuger und dann auf die neuesten Arbeiten von *S.* und *P. Ramon y Cajal.*

Die Kommissuren anlangend, so erwähne ich zuerst die Arbeit *Rabl-Rückhard*'s über die *Commissura anterior* der Edentaten. Derselbe beschreibt hier in seinen Frontalschnitten aus dem Gehirne des Gürtelthieres, *Xenurus gymnurus*, Fig. 1 und 2 unter *pfr* einen Faserzug, der von der *Commissura anterior* bogenförmig an der Aussenseite des Streifenhügels heraufzieht und seine Fasern mit denen des Balkens vermischt. Einen ähnlichen Zug hatte auch *Osborn* bei Embryonen des Känguruh gefunden (Morph. Jahrb. XII, Taf. XXV, Fig. 24 u. 25 *pfr*) und viel früher war derselbe von *J. Sander* bei *Macropus giganteus* beschrieben worden (Arch. f. Anat. u. Phys. 1868, S. 715, Fig. 2 u. 3 *x*) und spricht derselbe zugleich aus, dass bei diesen Thieren Fasern zum Stirnlappen, die sonst der Balken abgebe, von der *Commissura anterior* übernommen werden. Nach diesem für die Beutelthiere und Edentaten und durch *Flower* (Philos. Trans. 1865, p. 633, Fig. 8) auch für Echidna

nachgewiesenen Befunde wirft *Rabl-Rückhard* die Frage auf, ob dieses eigenthümliche Kommissurenbündel auch bei höheren Säugethieren sich finde und weist dann nach, dass *Ganser* ein solches vom Maulwurfe beschrieben habe. Aus den von mir in diesem Werke gegebenen Beschreibungen und Abbildungen (§ 189 Fig. 711, 774, 767) wird *Rabl-Rückhard* ersehen, dass auch beim Kaninchen, der Maus und der Katze ein solches Bündel der vorderen Kommissur vorhanden ist, von dem eine Ausstrahlung im *Lobus pyriformis* dorsal- und ventralwärts leicht wahrzunehmen ist (Fig. 815 *Ce*).

Rabl-Rückhard sucht nun ferner nachzuweisen, dass eine solche „*pars frontalis*" der vorderen Kommissur, die ich lieber *pars dorsalis* nennen möchte, auch beim Menschen sich finde und zieht Angaben von *Hamilton*

Fig. 815.

heran (On the corpus callosum in the adult human brain in Journ. of Anatomy and phys. 1885, p. 385—414 und On the Corpus callosum in the Embryo in Brain Juli 1885, p. 145—163), die mir jedoch vorläufig nicht beweisend erscheinen, wie denn überhaupt die ganze Darstellung *Hamilton*'s von dem

Fig. 815. Ventraler Theil eines Frontalschnittes des Gehirns eines Kaninchens. 8 : 1. Nr. 125 b. *Bg* Basalganglion; *Ca Commissura anterior*, blasser Abschnitt; Ca^1 *Commissura anterior*, dunkler Theil; *Ce Capsula externa* mit der *Commissura anterior* zusammenhängend; *Cf Columnae fornicis*; *Ci Capsula interna*; *Nc Nucleus caudatus*; *Nl Nucleus lenticularis*; *Ps Psalterium; Sp* aus dem *Septum pellucidum* stammende Bogenfasern; *Strt* Gesammtbündel der *Stria terminalis* an der medialen Seite der *Capsula interna Ci* ventralwärts ziehend; $Strt^1$ Abschnitt der *Stria*, der zur Hirnbasis zum Basalganglion *Bg* herabzieht; $Strt^2$ Abschnitt derselben, der in die vordere Kommissur übergeht; *Trol Tractus olfactorius lateralis*; *Vl Ventriculus lateralis*.

gekreuzten Verlaufe der grossen Mehrzahl der Balkenfasern und von dem Eintreten derselben in die äussere und innere Kapsel der entgegengesetzten Seite als eine irrthümliche zu bezeichnen ist und durch die zwei Fälle von *Onufrowicz* und *Kaufmann* über Gehirne mit Balkenmangel vollständig widerlegt ist (s. *Onufrowicz* in Arch. f. Psych. Bd. XVIII, S. 323 und *Kaufmann*, Ebenda Bd. XIX, S. 235).

Von grösster Tragweite ist ferner die Frage, ob die niederen *Mammalia aplacentalia* einen Balken besitzen oder nicht. Im Jahre 1837 hat *Owen* in den Philos. Transactions den Satz aufgestellt, dass die Beutelthiere keinen Balken besitzen, und dass der die Ammonshörner verbindende Theil nur eine Lyra oder Ammonskommissur sei, welche Behauptung im folgenden Jahre von *Eydoux* und *Laurent* auch auf die Monotremen ausgedehnt wurde, der sich dann auch *Owen* in seinen berühmten Artikeln Marsupialia und Monotremata in Todds Cyclopadia of Anatomy anschloss. Eine eigenthümliche Wendung in dieser Frage brachte 1865 die Behauptung von *Flower*, dass die fragliche Verbindung ein wirkliches *Corpus callosum* sei und schlossen sich später *Sander*, *Osborn* und *Herrick* ihm an, während *Owen* an seiner Ansicht festhielt. Zugleich wurde auch durch *Osborn* die Ansicht in Aufnahme gebracht, dass auch die Amphibien und Reptilien einen Balken besitzen. Es war daher sehr verdienstlich, dass mein Freund *Symington* sich der Aufgabe unterzog, die ganze Frage bei den Säugern gründlich zu untersuchen (l. i. c.). Hierbei hat sich mit Bestimmtheit ergeben, dass bei den Aplacentalien kein Balken vorhanden ist und an seiner Stelle nur ein *Psalterium* als Verbindung der *Cornua Ammonis* und der *Fascia dentata* sich zeigt, wie dies seine Abbildungen von Ornithorhynchus (Fig. 1) und von *Halmaturus derbianus* (Fig. 2—4) deutlich zeigen. Nach *Symington* verbindet die *Commissura anterior* alle Rindenbezirke des Gehirns mit Ausnahme des Ammonshornes und der *Fascia dentata*, welche durch das *Psalterium* vereint werden, das jederseits in zwei Schenkel für jede dieser beiden Theile sich spaltet.

Zweitens möchte ich noch auf die Arbeit von *Pedro Ramón y Cajal* aus dem Jahre 1894 aufmerksam machen, in welcher namentlich die Opticusenden der Säuger genau beschrieben sind, ferner auf die grosse Abhandlung von *S. Ramón y Cajal* (Apuntes etc. aus dem Jahre 1895), die viele neue Einzelheiten über das Gehirn der Säuger enthält, die z. Th. schon in früheren §§ besprochen wurden. Eine wichtige Entdeckung desselben habe ich bereits im § 165 erwähnt und bestätigt, nämlich den gemeinsamen Ursprung der *Fasciculi thalamo-mammillaris* und *tegmento-mammillaris* aus einem im *Corpus mammillare* entspringendem Bündel. Ebenso habe ich auch, gleichzeitig mit *S. Ramón*, mir die Ueberzeugung verschafft, dass die eigenthümlichen Gebilde im Trapezkerne, die ich auf S. 261 und Fig. 486 *trz* noch nicht richtig deutete, nichts anderes als Faserkörbe um Trapezzellen sind (s. S. 400). Doch kann ich die Abbildung von *S. Ramón* (S. 82 Fig. 21) auch nicht für ganz entsprechend halten, indem diese sogenannten „*placas terminales sive cálices acusticos*“ normal nur ganz zarte Faserkörbe sind, wie ich dieselben schon auf S. 267 richtig beschrieb.

Litteratur.

Azoulay, Structure de la Corne d'Ammon chez l'Enfant in Compt. rend. Soc. de Biol. 1894, p. 212; *R. Burckhardt*, Der Bauplan des Wirbelthiergehirnes in *Schwalbe's* morphol. Arb. Bd. IV, S. 131, Taf. VIII; *Edinger*, Riechapparat und Ammonshorn in Anat. Anz. VIII, 1893, Nr. 10 und 11, S. 305—321, 6 Abb.; *H. Flower*, On the Commissures of the Cerebral Hemispheres of the Marsupialia and Monotremata in Phil. Trans. 1865; *C. L. Herrick*, The cerebrum and olfactories of the Opossum in Journ. of comp. Neurology Vol. 2, 1892; *A. Meyer*, Zur Homologie der Fornixkommissur und des *Septum lucidum* bei den Reptilien und Säugern in Anat. Anz. 1895, S. 674. — Ders. Neurol. Centralbl. 1893, Bd. 12, S. 12; *H. T. Osborn*, The origin of the corpus callosum in Morph. Jahrb. Vol. XII; *Rabl-Rückhard*, Einiges über das Gehirn der Edentata in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 35, 1890. — Das Vorderhirn der Cranioten in Anat. Anz. 1894, S. 536, 16 Abb.; *P. Ramón y Cajal*, Investigaciones etc. Zaragoza 1894, S. 74 bis 88 Corpora geniculata interna, vordere Vierhügel und hintere Vierhügel des Hundes, Fig. 32—35; *S. Ramón y Cajal*, Apuntes para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefálicos. Madrid 1895, 118 S., 31 Abb.; *Elliot Smith*, The morphology of the true limbic lobe, Corpus callosum, septum pellucidum and fornix in Journ. of Anat. Vol. XXX, 1895, p. 157—205, 17 Fig. — In Proc. of the Linnean Soc. of New South Wales 1894, p. 635. — In Anatom. Anz. 1895, S. 49, 91 und 470; *E. C. Spitzka*, Zur Monographie *Dr. Theodor's* über das Seehundsgehirn. Anat. Anz. Bd. V, 1890; *J. Symington*, The cerebral commissures in the Marsupialia and Monotremata in Journ. of Anatomy Vol. XXVII, 1892, p. 69; *W. Turner*, The circonvolutions of the brain in Journ. of Anat. Vol. XXV, 1890.

§ 201.

Hüllen und Gefässe des centralen Nervensystems.

A. Hüllen.

I. Rückenmark.

Die *Dura mater, meninx fibrosa*, besteht fast zu gleichen Theilen aus gleich und meist der Länge nach verlaufenden Bindegewebsbündeln und aus feineren elastischen Fasernetzen. Zwischen diesen Bündeln findet sich ein Saftbahnsystem, das an beiden mit Endothel überzogenen Flächen der Haut Oeffnungen besitzt.

In dem Zwischenraume zwischen der *Dura* und dem Perioste des Wirbelkanales findet sich lockeres Bindegewebe mit netzförmig verbundenen Bündeln von kaum mehr als 9—11 μ Dicke, seltener mit umspinnenden oder der Länge nach verlaufenden elastischen Fäserchen und runden oder spindelförmigen Bindegewebskörperchen. In den Maschen dieses Gewebes trifft man eine grössere oder geringere Menge Klümpchen von Fett, das sehr häufig gallertig durchscheinend ist und dann nur oder vorwiegend serumhaltige grosse runde Zellen führt. Die Gefässe dieses Raumes sind theils die *Plexus venosi*, theils feinere Gefässe und selbst Kapillaren in dem lockeren Bindegewebe selbst. Ausserdem finden sich in dem cirkumduralen Gewebe auch eine Menge Lücken, die nur sehr uneigentlich als Lymphräume bezeichnet werden können.

Das *Ligamentum denticulatum* hat ebenso wie der verdickte Längsstreifen der *Pia*, an den dasselbe sich ansetzt, denselben Bau wie die *Dura* selbst.

Die Spinnwebenhaut, *Arachnoidea*, ist aus netzförmig verbundenen Bindegewebsbündeln von 4 — 9 μ Dicke zusammengesetzt, welche zu einigen

Lamellen, äusseren mit schwächeren, inneren mit stärkeren Bündeln vereint und gewöhnlich von feinen elastischen Fasern so umsponnen sind, dass sie, wenn durch Essigsäure aufgequollen, eine rosenkranzförmige Gestalt annehmen. An vielen Bündeln sind diese Fasern fein oder fehlen, an anderen kommen neben ihnen auch im Innern elastische Fasern vor. Beide Flächen der Spinnwebehaut, die gegen die *Dura* sowohl, wie die dem Subarachnoidealraume zugewendete tragen ein Endothel, ebenso auch alle Fasern und Blätter, die die *Arachnoidea* mit der *Pia* verbinden. Die Spinnwebenhaut ist gefäss- und nervenlos.

Die Gefässhaut, *Pia mater*, zeigt zwei Lagen. Die äussere Schicht hat den Bau der *Arachnoidea*, deren Fortsätze auch mit ihr verschmelzen und ein Endothelhäutchen als Ueberzug. Die innere Lage, die *Intima pia* von *Key* und *Retzius*, ist ein durch kapilläre Spalträume von der äusseren Schicht geschiedenes Bindegewebsblatt, welches aus einer zarten Lage ringförmiger Bindegewebsbündel besteht und auf beiden Flächen von elastischen Fasernetzen und einem Endothel bedeckt ist. Hie und da finden sich in dieser Lage goldgelbe oder braune Pigmentzellen von unregelmässig spindelförmiger Gestalt mit fein auslaufenden Enden und 90—110 μ Länge, die am Halstheile durch ihre grössere Menge nicht selten eine bräunliche oder selbst schwärzliche Farbe der Haut bewirken.

Die feineren Blutgefässe der *Pia* verlaufen zwischen beiden Blättern der Haut und dringen scheidenartig von dem inneren Blatte umhüllt in das Mark ein. Die Anfänge dieser sogenannten Pialtrichter münden in die Spalträume der *Pia* und sind wie Lymphräume vom Subarachnoidealraume aus injizirbar.

II. Gehirn.

Die *Dura mater cerebri* enthält in ihrem endocranialen und duralen Blatte Bindegewebe von derselben Form, wie in Sehnen und Bändern, mit meist undeutlichen Bündeln und parallelem Verlaufe der Fibrillen, welche entweder auf grossen Strecken ganz gleichmässig dahinziehen oder, wie besonders an den Sinus, kleinere, in verschiedenen Richtungen sich kreuzende sehnige Streifen darstellen und ziemlich viel elastische Fasern zwischen sich enthalten.

Die Innenfläche der *Dura* besitzt eine nach *Henle* mehrfache, nach *Luschka* doppelte Lage von Pflasterzellen von 11—13 μ Grösse (*Luschka* seröse Häute S. 64).

Die *Arachnoidea cerebri* zeigt wesentlich denselben Bau wie beim Rückenmarke, nur sind die anastomosirenden Bündel und umspinnenden elastischen Fasern meist stärker, bis 22 μ, selbst 45 μ und haben die ersteren oft wie besondere mehr gleichartige Bindegewebshüllen, unter denen manchmal Fett und Pigmentkörnchen abgelagert sind. Alle freien Flächen der *Arachnoidea* und ihrer tiefen Fortsätze besitzen ein Endothel.

Die *Pia mater cerebri* ist gefässreicher, aber zarter als die des Markes und bekleidet alle Erhebungen und Vertiefungen der Oberfläche des Gehirnes, wenn auch nicht sehr fest, doch ganz genau mit einziger Ausnahme der Rautengrube, über welche sie vom *Calamus scriptorius* an bis zum *Nodulus*, dem freien Rande der *Vela medullaria inferiora* und den *Flocculi* als *Tela choroidea inferior* brückenartig sich erstreckt, um dann zur Unterfläche des

Vermis inferior und der *Tonsillae* sich umzubiegen. In das Innere des Gehirnes dringt die *Pia mater* nur an Einer Stelle ein, nämlich am Querschlitze des grossen Hirnes, wo sie, die *Vena magna Galeni* und auch die Zirbel umhüllend, unter dem *Splenium corporis callosi* eintritt, die *Tela choroidea superior* mit dem *Plexus choroideus ventriculi tertii* und, unter dem Gewölbe durchgehend, auch die Adergeflechte der seitlichen Ventrikel bildet, die zwischen dem *Crus cerebri* und dem Unterlappen mit der *Pia mater* der Hirnbasis in Verbindung stehen. Mit Bezug auf die feineren Verhältnisse, so enthält die Gefässhaut des Gehirnes so viele Gefässe, dass stellenweise das Bindegewebe, das deren Grundlage bildet, mehr in den Hintergrund tritt. Dasselbe ist selten wie am Rückenmarke deutlich faserig, meist mehr gleichartig, homogenem oder unreifem Bindegewebe sich annähernd, mit spärlichen Bindesubstanzzellen und ohne elastische Fasern. Hie und da enthält die *Pia mater* jedoch auch netzförmige Bindegewebsbündel, wie um die *Vena Galeni*, die Zirbel, die grösseren Gefässe herum und auch am *Cerebellum*. Auch spindelförmige Pigmentzellen finden sich hier wie am Marke, namentlich an der *Medulla oblongata* und am *Pons*, aber auch weiter vorn an der Basis bis in die *Fossa Sylvii* hinein, wo ich dieselben selbst in der *Adventitia* von kleineren Arterien sah.

Diejenigen Theile der *Pia mater*, welche mit den Gehirnhöhlen in Verbindung stehen, die *Telae choroideae* und *Plexus choroidei*, weichen in ihrem Baue von den übrigen Stellen nicht ab, ausgenommen, dass sie, namentlich die *Plexus*, fast nur aus Gefässen bestehen und an ihren mit den Wänden der Hirnhöhlen nicht verwachsenen Stellen ein Ependym besitzen. Dieses letztere, aus der embryonalen ektodermalen Markplatte hervorgehend, besteht aus einer einfachen Lage vieleckiger Zellen von 18—22 μ Durchmesser und 6—9 μ Dicke, welche neben dem rundlichen Kerne gewöhnlich noch gelbliche Körnchen, oft in grösserer Zahl und ein oder zwei runde dunkle Fettropfen von 2—4,5 μ Grösse enthalten. Nach *Henle* senden fast alle diese Zellen von den Winkeln gegen die Bindegewebsschicht der *Plexus* kurze, schmale und spitzzulaufende, wasserhelle Fortsätze aus, wie Stacheln, und nach *Valentin* (Physiol. 2. Aufl. 2. Th. S. 22) tragen dieselben bei Säugethieren (und beim Menschen?) auch Flimmerhaare, die von *Stannius, Luschka* und *mir*, wenigstens bei Embryonen, gesehen wurden. Unter dem Epithelium der Plexus folgt eine dünne Lage gleichartig aussehenden Bindegewebes und dann ein sehr dicker Knäuel von grösseren und kleineren Gefässen, zwischen denen kein geformtes Bindegewebe, sondern nur eine helle gleichartige Zwischensubstanz zu erkennen ist.

Alle Theile der Gehirnhöhlen, die nicht mit den Fortsetzungen der *Pia mater* in Verbindung stehen, d. h. der Boden des vierten Ventrikels, der *Aquaeductus Sylvii*, der Boden und die Seitenwände des dritten Ventrikels, der *Ventriculus septi pellucidi* und seine Fortsetzung unter dem Balken nach rückwärts (6. Ventrikel von *Strambio*), die Decke der Seitenventrikel, das vordere und hintere Horn und ein guter Theil des absteigenden Hornes, der Kanal im Marke und bei Embryonen auch die Höhlung im Riechkolben und dem hinteren Lappen der *Hypophysis* haben eine Bekleidung für sich, das sogenannte *Ependyma ventriculorum* (Fig. 816). Dasselbe ist ein einfaches Pflasterepithelium, stellenweise, wie im *Aquaeductus Sylvii* (*Gerlach*) und vielleicht noch an anderen Orten, ein Cylinderepithel, das nach *Purkyně* und *Valentin* (*Müll.*

Arch. 1836; *Val.* Repert. 1836, S. 156) flimmert, was wir (Würzb. Verh. V) an einem Hingerichteten wenigstens für das hintere Ende der Rautengrube, ich auch für den Seitenventrikel, und *Luschka* für alle Hirnhöhlen von Neugeborenen und hie und da auch für den Erwachsenen bestätigen konnten, ebenso *Gerlach* für den *Aquaeductus Sylvii* in allen Altern. Bei ganz regelrechten Verhältnissen sitzt das Ependym wenigstens an vielen Orten sozusagen unmittelbar der Nervensubstanz auf, doch entwickelt sich so häufig, namentlich am *Fornix*, der *Stria cornea*, dem *Septum pellucidum*, unter demselben eine streifige Schicht von 22—110 μ Mächtigkeit, dass man mit *Virchow* dieses Vorkommen in einem gewissen Alter fast als beständig ansehen kann. Diese Lage ist, wie wir jetzt wissen, einfach *Neuroglia* und enthält die früher schon beschriebenen Zellen, während die Ependymzellen selbst in späteren Zeiten noch Andeutungen der früheren Ependymfasern zeigen können, in welcher Beziehung § 129 zu vergleichen ist. Das Ependym zeigt im dritten Ventrikel grosse Zellen von 18—26 μ mit Pigmentkörnchen und Pigmenthaufen neben dem 6,7 μ grossen Kerne; in den Seitenventrikeln sind die Zellen nur 11—16 μ gross, aber fast eben so dick als breit, mit rundlichen Kernen und ziemlich viel gelblichen, meist in der Tiefe angehäuften Körnchen.

Fig. 816.

Die Blutgefässe der beschriebenen Hüllen verhalten sich sehr verschieden. In der *Dura mater* des Markes finden sich, wenn man von der äusseren Fläche derselben und vielen sie durchbohrenden Arterien und Venen des Markes absieht, sehr wenig Gefässe und verhält sich dieselbe in dieser Beziehung wie eine Muskelbinde oder Sehnenhaut. Dagegen kommen hier zwischen *Dura* und *Periost* des Wirbelkanales die bekannten Venenplexus und auch feinere Verästelungen im Fettgewebe vor, die keiner weiteren Beschreibung bedürfen. Am Schädel dagegen ist die gesammte *Dura* gefässreich, vor allem ihre äussere, einem *Perioste* entsprechende Lage, welche theils für ihren eigenen Bedarf, theils für die Schädelknochen, denen sie viele Aeste abgiebt, die *Arteriae meningeae* trägt und durch ihre Venen auch einen Theil des Blutes der Knochen ableitet. Ausserdem ist die *Dura* hier auch der Sitz der Venensinus, einfacher, in ihr ausgegrabener, von einem Epithel bekleideter Bluträume, von denen die meisten offenbar zwischen der Periostlamelle und der eigentlichen harten Haut sitzen und so auch durch ihre Lage den *Plexus venosi spinales* entsprechen. Die *Arachnoidea* besitzt weder am Marke noch am Gehirne eigene Gefässe (cf. *Luschka* l. c. S. 71), wogegen die *Pia mater* an beiden Orten nicht nur die reichlichsten Vertheilungen der Gefässe der Nervensubstanz selbst trägt, sondern auch eigene, ziemlich zahlreiche Kapillarnetze führt. In gewissen Theilen der *Pia*, nämlich in den Gefässplexus, sitzt die Gesammtausbreitung der

Fig. 816. *Ependyma* des Menschen. A. Vom *Corpus striatum*. 1. Von der Fläche, 2. von der Seite, *a* Epithelzellen, *b* Nervenfasern, die darunter liegen. B. Epithelzellen von der *Commissura mollis*. 350mal vergr.

Gefässe in der Haut selbst und sind die in die Nervensubstanz eindringenden Aeste von untergeordnetem Belange.

Die Häute des centralen Nervensystems besitzen zum Theil wenigstens auch Nerven. In der *Dura mater* des Gehirnes verlaufen die einen in der Periostlamelle der Haut, so ziemlich dem Verlaufe der *Art. meningeae* folgend und sind besonders deutlich an der *Art. meningea media*, die einmal von Ausläufern der *Nervi molles* und dann von einem besonderen, von *Arnold* zuerst gesehenen Nerven (*N. spinosus Luschka*), der nach *Luschka* (l. c.) aus dem dritten Aste des *Trigeminus* stammt, begleitet ist, von denen die ersteren mit den Gefässen sich ausbreiten, der letztere vorzüglich für die Knochen bestimmt zu sein scheint. Ausserdem sah *Purkyně* auch an den vorderen und hinteren *Arteriae meningeae* Nerven und beschrieb *Arnold* schon vor längerer Zeit den bekannten *N. tentorii cerebelli* aus dem *Quintus*, der, wie besonders *Pappenheim* und *Luschka* (l. c.) zeigten, zu den grösseren Blutleitern der *Dura mater* geht. Die Elemente dieses weiss aussehenden Nerven und des *Nervus spinosus Luschka* sind die des *Trigeminus*, die der anderen feine Fasern und zeigen dieselben an beiden Orten Theilungen. Später beschrieb *Arnold* (*Icon. nerv. capitis* Ed. 2) noch einen Nerven zur *Arteria meningea media* vom *Maxillaris superior quinti* und einen *R. recurrens N. vagi* zum *Sinus transversus* und *occipitalis*, ferner *Luschka* und *Rüdinger* einen vom *Hypoglossus* im *Canalis hypoglossi* abgehenden *N. meningeus posterior*. — In der *Dura* des Markes war es mir, ebenso wie *Purkyně*, unmöglich, Nerven zu finden, in welcher Beziehung jedoch *Rüdinger* andere Ergebnisse erhalten hat, indem er hier sowohl selbständige als den Gefässen folgende Nerven wahrnahm. In reichlicher Menge trifft man dagegen, wie schon früher erwähnt, Nerven in dem Perioste des Wirbelkanales und an den zu den Wirbeln und zu dem Marke gehenden Arterien, ferner auch an den Blutleitern und dem lockeren Fettgewebe des Wirbelkanales, deren genaueres Verhalten bei *Luschka* und *Rüdinger* nachzusehen ist.

In der Spinnwebenhaut selbst habe ich nie Nerven gesehen, wohl aber an den sie durchsetzenden Gefässen und in den Balken, welche von ihr zur *Pia* abgehen, namentlich an der Hirnbasis, zu denen mir auch die von *Luschka* (Seröse Häute S. 70) gesehenen Nerven, trotz der wahrgenommenen Theilungen, zu gehören scheinen.

Die von *Purkyně* beim Rinde entdeckten Nerven der *Pia mater* finden sich auch beim Menschen, bei dem die *Pia mater* des Markes bis in das *Filum terminale* hinein sehr reich an Netzen feiner Nerven von 3,3—6,7 μ ist, die z. Th., aber nicht ausschliesslich, den Gefässen folgen und mit diesen auch in das Rückenmark eintreten. An der Hirnbasis finden sich an den Arterien des *Circulus Willisii* viele ähnliche Geflechte, welche mit Stämmchen von höchstens 67 μ mit den verschiedenen Arterien, mit Ausnahme derer des *Cerebellum*, immer dem Verlaufe desselben folgend, durch die ganze *Pia* des Gehirnes sich ausbreiten, jedoch in ihren Enden nirgends sich erkennen lassen; doch verfolgte ich dieselben bis zu Arterien von 90 μ und darunter in die Substanz des Gehirnes hinein. Sicher ist, dass in den Gefässplexus keine Nerven sich finden; ob an der *Vena Galeni*, habe ich noch nicht erforscht. Den Ursprung dieser Nerven hat *Remak* aufgefunden, nämlich die hinteren Wurzeln,

welche, wie ich selbst mich vergewisserte, je von den einander zunächst gelegenen Fasern aus an vielen Orten, wie mir schien häufiger am Halstheile des Markes, feine Fäserchen durch den Subarachnoidealraum an die *Pia* senden. Ausserdem gelangen nach *Rüdinger* auch von den *Nervi sinu-vertebrales*, die aus den sensiblen Wurzeln und sympathischen Aesten sich zusammensetzen, Ausläufer zur *Pia*. Auch am Gehirne scheinen neben dem *Sympathicus* (*Plexus caroticus internus*, *Plexus vertebralis*) auch die Hirnnerven an der Versorgung der *Pia* sich zu betheiligen, indem auch *Bochdalek* von den Wurzeln vieler Hirnnerven viele feine Zweige, von demselben Baue wie die Wurzeln selbst, an die Nervenplexus der Arterien der Hirnbasis und der *Pia mater* dieser Gegend und des *Cerebellum*, auch an den *Plexus chorioideus Vent. IV.* (?) treten sah. *Bochdalek* giebt auch an, dass einzelne feine Fädchen direkt aus dem verlängerten Marke, dem *Pons*, den *Crura cerebri* an die *Pia* treten, ohne sich vorher an die benachbarten Nervenstämme anzuschliessen.

B. Gefässe des centralen Nervensystems.

Gehirn und Mark stimmen in Bezug auf die Verbreitung und Beschaffenheit der Blutgefässe fast ganz überein. Nachdem die Arterien in der *Pia* bedeutend sich verzweigt haben, dringen sie mit wenigen Ausnahmen (*Substantiae perforatae*, *Pons*) als feine, jedoch noch deutlich arterielle Gefässchen in die Nervensubstanz und lösen sich unter fortgesetzter meist spitzwinkeliger Verästelung in ein ziemlich weitmaschiges Netz sehr feiner Kapillaren auf, aus dem dann die Venenwurzeln entspringen und sowohl an der Oberfläche als im Innern zu den bekannten Stämmen sich sammeln (Fig. 817). Die graue Substanz ist ohne Ausnahme bedeutend gefässreicher als die weisse (nach *Ecker* enthält das *Corpus striatum* am meisten Gefässe), mit engeren Maschen und etwas engeren Gefässen, und verdankt diesem Verhältnisse zum Theil ihre Farbe. Die Stellung der eintretenden Stämmchen ist am Rückenmarke zum Theil sehr regelmässig in Reihen. Zwei solche finden sich im Grunde der vorderen Spalte, die aus dem Fortsatze der *Pia* rechts und links in die graue Substanz eintreten, eine dritte entsprechend der hinteren Furche. Ausserdem finden sich noch viele andere im ganzen Umkreise des Rückenmarkes eintretende feinere Gefässchen, welche vor allem die weisse Substanz versorgen, während die graue Lage besonders von der *Art. medullae spinalis anterior* versehen wird. Uebrigens dringen Aestchen der letzteren Arterie auch von innen nach aussen in die weissen Stränge und hängen

Fig. 817.

Fig. 817. Gefässe der Hirnsubstanz des Schafes nach einer *Gerlach*'schen Einspritzung, *a* der grauen, *b* der weissen Substanz.

überhaupt die Kapillarnetze beider Substanzen mit einander zusammen, welche auch hier in der grauen Mitte viel dichter sind und oft wie einzelne grosse Nervenzellen besonders umspinnen (*Schröder, Goll*). Von den Venen sind die von *Clarke* gezeichneten und von *v. Lenhossék* senior genauer beschriebenen zwei Centralvenen neben dem Centralkanale bemerkenswerth. Nach *v. Lenhossék* gehen dieselben am *Filum terminale* und der *Medulla oblongata* allmählich in acht kleinere Venen über und stehen durch zahlreiche Aeste mit den äussern Venen in Verbindung. Am Gehirne finden sich sehr zierliche gleichlaufende Gefässe in der grauen Substanz des *Cerebellum*, von der *Gerlach* und *Oegg* gezeigt haben, dass die Körnerschicht mit Inbegriff der grossen Zellen etwas reicher an Gefässen ist als die äussere rein graue Lage, minder deutliche im grossen Hirne, mit Ausnahme des *Thalamus*, und in den übrigen Theilen. Der Bau der Gefässe ist im Allgemeinen wie anderwärts. Die Arterien dringen noch mit drei Häuten versehen in die Nervensubstanz ein,

Fig. 818.

Fig. 819.

doch ist die *Adventitia* eine zwar feste, aber dünne, scheinbar ganz gleichartige Haut und durch einen freien Raum (s. u.) von der *Media* getrennt. Die *Media* ist rein muskulös und die *Intima* nur aus einer sehr zierlichen elastischen Haut mit Lücken und ausgezeichneten spindelförmigen Epithelzellen gebildet. Nach und nach geht eine dieser Schichten nach der andern verloren, bis vor den Kapillaren nur noch die *Adventitia*, spärliche, querstehende, Muskelzellen mit queren Kernen und ein Epithel da ist, an welche Gefässe dann bald Kapillaren von gewöhnlichem Baue, zum Theil von grosser Feinheit (im Marke von 5 μ, im Gehirne von 4,5 μ die feinsten) sich anreihen. Von den Venen führen

Fig. 818. Ein Theil eines Querschnittes des eingespritzten Rückenmarkes der Katze, nach einem Präparate von *Thiersch*, Vergr. 18. *a* Vorderstrang; *b* graues Vorderhorn; *c* Aeste der *Art. medullae spinalis anterior*; *d* Centralkanal; *ee* Arterien, die in der Gegend der vorderen Wurzeln von aussen eindringen.

Fig. 819. Lymphräume der Oberfläche des Gehirns des Menschen nach *His*. Ger. Vergr. *aa* Lymphräume um die grösseren Arterien der *Pia* und ihre ins Gehirn dringenden Aeste; *bb* grosser epicerebraler Lymphraum, der zwischen beiden liegt; *c* Arachnoidealräume; *d Arachnoidea*; *e Pia mater*.

die grössten meist keine Spur von glatten Muskeln, nur Bindegewebe mit Kernen oder feine elastische Fasern und Epithel, an den kleineren sah ich hie und da, obschon sehr spärliche, muskulöse Elemente.

Lymphgefässe des centralen Nervensystems. In neuerer Zeit hat *His* besondere Räume im Gehirne und Marke beschrieben, die wahrscheinlich als Lymphräume zu deuten sind. Alle Arterien, Kapillaren und Venen der Substanz von Hirn und Mark sind von besonderen „perivaskulären Kanälen“ umgeben, welche im Mittel das Zwei- bis Vierfache der Weite der Blutgefässe betragen. Injizirt man diese Räume am Gehirne, so füllen sich die schon von *Fohman* und *Arnold* (Anat. II. S. 618) beschriebenen Lymphgefässe der *Pia mater*, von denen diese Autoren angeben, dass sie im Begleit der Arterien und Venen zu den Schädelöffnungen gelangen, vorher aber füllt sich ein platter, das ganze Gehirn unter der *Pia* umgebender „epicerebraler“ Raum. Von einem ähnlichen Raume ist auch das ganze Rückenmark umgeben, der besonders in der vorderen Spalte entwickelt ist, dagegen liessen sich hier keine Lymphgefässe in der *Pia* füllen. Eine selbständige Wand fehlt nach *His* an den perivaskulären Kanälen der Nervensubstanz, dagegen gelang es ihm, an einigen Stellen durch Höllenstein ein Epithel an grösseren Räumen des Rückenmarks nachzuweisen. — Ich kenne diese „perivaskulären Räume“ durch die Präparate von *His* und aus eigener Anschauung. Am Gehirne sind dieselben nach aussen begrenzt von einer schon seit Langem von mir (Mikr. Anat. II. 1. S. 500, 2. S. 513) an allen Arterien und den gröberen Kapillaren der Hirnsubstanz beschriebenen strukturlosen Haut, zwischen welcher und dem übrigen Gefässe sich auch die von mir aufgefundenen Blutergüsse der *Aneurysmata spuria* der kleinen Hirnarterien und auch farblose Zellen oft in Menge finden (Zeitschr. f. w. Zool. I, S. 264, Taf. XIX). Später (*Ségond*, Le syst. capillaire sanguin, Paris 1853 und Journ. de la physiol. Bd. II) hat auch *Robin* diese Haut von den Kapillaren des Hirns, Markes und der *Pia mater* erwähnt und zuerst die nun von *His* geschilderten Räume als normale Bildungen beschrieben, die bald mit einer farblosen Flüssigkeit, bald mit solcher und Kernen ähnlich gewissen Formen der Lymphkörperchen, und bei älteren Leuten auch mit Fettkörnchen und Körnern von *Haematosin* erfüllt seien, ohne auf eine weitere Deutung derselben einzugehen. Mir scheint die Auffassung der perivaskulären Räume als Lymphräume im Sinne von *His* vollkommen begründet zu sein und eröffnet diese Entdeckung eine neue wichtige Einsicht in die so dunklen Verhältnisse der Säftebewegung im centralen Nervensysteme, in welcher Beziehung Näheres bei *His* sich findet.

In den Gehirnhöhlen findet sich unter regelrechten Verhältnissen eine äusserst geringe Menge einer klaren serumartigen Flüssigkeit, welche offenbar von den Adergeflechten ausgeschieden wird. Eine zweite Flüssigkeit, der *Liquor cerebrospinalis*, ist in den beschriebenen, nach *Luschka* an der *Arachnoidea spinalis* von einem Epithel belegten Unterarachnoidealräumen enthalten und aus dem grössten derselben, der von der Hirnbasis bis zum Ende des Sackes der *Dura mater medullae* sich erstreckt, leicht zu erhalten. Dieselbe scheint als Hauptbedeutung die zu haben, eine freiere Bewegung des centralen Nervensystems zu bewirken und als Regler bei verschiedenen Füllungszuständen des Gefässsystems zu wirken.

Nach *Goll* sind die Kapillarnetze der weissen Substanz des Markes am engsten in den Hintersträngen, vor allem in den Keilsträngen, am weitesten in den Vordersträngen. In der grauen Substanz zeigen die Stellen, wo Zellengruppen liegen, die engsten Maschen.

Im Folgenden mögen noch einige pathologische Zustände erwähnt werden. Das *Ependyma ventriculorum* hat nicht bloss, wie oben schon berührt, fast beständig stellenweise eine faserige, dünnere Unterlage, sondern ist häufig besonders bei Wassersucht der Höhlen und im Alter, durch eine solche ungemein verdickt. In beiden Fällen enthält es ohne Ausnahme von *Purkyně* zuerst erwähnte; Amylonkörnchen ähnliche, runde oder biskuitförmige, gelbliche Körper mit ringförmiger Streifung, die, wie *Virchow* seiner Zeit entdeckte (in s. Arch. VI, p. 135, 268, 416), durch Jod bläulich, durch Jod und Schwefelsäure violett sich färben, durch welche Reaktion sie dem Amylum und der Cellulose verwandt erscheinen. Ich finde diese offenbar pathologischen *Corpuscula amylacea* (Fig. 820), die man mit *Virchow* Amyloidkörperchen nennen könnte, fast ausnahmslos am *Fornix*, der *Stria cornea* und dem *Septum pellucidum*, aber auch anderwärts in den Wänden der Hirnhöhlen, ausserdem in der Rinde des Gehirns, in der Marksubstanz des Markes, im *Filum terminale*, in der *Retina*, in der Schnecke des Menschen, an den ersten Orten oft in unglaublicher Menge eines dicht am andern in dem neugebildeten Gliagewebe oder zwischen den Nervenelementen. *Virchow* sah sie auch im Ependymfaden des Markes, im *Olfactorius*, *Acusticus* und *Opticus*, dann, freilich ohne ringförmige Streifung, in der sogenannten Wachsmilz, in der sie aus den Zellen des *Parenchyms* oder der *Malpighi*'schen Körpern sich zu bilden scheinen, *Luschka* im *Ganglion Gasseri* und Marke der Hemisphären. — In den *Plexus chorioidei*, in der Zirbel, hie und da in der *Pia mater* und *Arachnoidea* (auch im Marke) und, obschon selten, auch in den Wänden der Ventrikel findet sich ferner als beständige, jedoch pathologische Bildung der Hirnsand, *Acervulus cerebri*. Derselbe besteht aus rundlichen, einfachen oder maulbeerförmig verbundenen, dunklen, meist ringförmig gestreiften Kugeln von 11—110 μ und mehr und daneben aus rundlich eckigen Massen von Tropfstein-, Keulen- oder anderweitig unregelmässiger Gestalt, mit unebener, hügeliger, muscheliger Oberfläche, auch wohl in Form von einfachen, verästelten oder netzförmig verbundenen, cylindrischen, starren Fasern und von feiner Punktmasse. Der Hirnsand enthält vorzüglich kohlensauren Kalk, aber auch phosphorsauren Kalk und Bittererde und eine organische Substanz, die nach dem Ausziehen der Salze meist vollkommen in der Gestalt der Konkretion, z. B. als ein konzentrisch schaliger, blasser Körper oder als helle Faser zurückbleibt. Es ist ganz sicher, dass dieser Hirnsand, wenn er in länglichen, verästelten, netzförmigen Massen auftritt, einfach in den Bindegewebsbündeln sich entwickelt (Fig. 820), so in der Zirbel nicht selten und in den Hirnhäuten; in andern Fällen scheint derselbe eine Verkalkung von Faserstoffgerinnseln zu sein. Mit Kalkablagerungen versehene Zellen, wie sie *Remak* (Obs., S. 26) annahm, konnte *Harless* nicht finden (*Müller*'s Arch. 1845, S. 354), dagegen sah *Häckel* als Kerne der Kalkkörper kernhaltige Zellen, Haufen geschrumpfter Blutzellen und selten *Corpuscula amylacea*. — Endlich mögen auch noch die Pacchionischen Granulationen und die Ossifikationen der Hirnhäute erwähnt werden. Erstere, die besonders zu beiden Seiten der *Fissura longitudinalis cerebri*, an den *Flocculi*, in den *Plexus chorioidei* u. s. w. sitzen und nach *Luschka* bei geringer Entwicklung regelrecht sind, daher er sie Arachnoidealzotten nennt, gehen nach *L. Meyer* ursprünglich von der *Arachnoidea* aus, entwickeln sich in den Subduralraum hinein, umhüllen sich mit dem inneren Duralblatte und ragen von demselben umgeben in der Regel in einen *Sinus*, vor allem in den *Sinus longitudinalis superior* hinein und können nachträglich die *Dura* durchbohren.

Fig. 820.

Fig. 820. 1. Hirnsand aus der *Glandula pinealis* in Bindegewebsbündeln; 2. *Corpuscula amylacea* aus dem *Ependyma* des Menschen, 350 mal vergr.

Sie bestehen vorzüglich aus Arachnoidealgewebe und enthalten auch Bindegewebskörperchen, Hirnsand und *Corpuscula amylacea.* Letztere, wahre Knochenplättchen, finden sich theils an der Innenfläche der *Dura* des Gehirns, theils an der *Arachnoidea*, namentlich der *Cauda equina.*

§ 202.

Peripherisches Nervensystem.

Rückenmarksnerven. Die vom Marke abstammenden 31 Nervenpaare entspringen mit wenigen Ausnahmen mit vorderen und hinteren Wurzeln. Diese erhalten eine zarte Bekleidung von der *Pia mater*, setzen durch den Subarachnoidealraum und durchbohren dann, jede für sich, auch die *Arachnoidea* und *Dura mater*, welche letztere ihnen eine festere Hülle abgiebt. Im weiteren Verlaufe bildet die hintere Wurzel ihr Ganglion dadurch, dass in derselben Ganglienzellen auftreten, welche alle unipolar sind und durch eine Theilung ihres einfachen Achsencylinderfortsatzes in T-Form je in eine central verlaufende und eine peripherische Faser übergehen. Die motorische Wurzel nimmt nur in seltenen Fällen Ganglienzellen auf und geht an dem Ganglion, demselben mehr oder weniger anliegend, nur vorbei. Unterhalb des Ganglion vereinen sich beide Wurzeln so, dass ihre Elemente sehr innig sich mischen und ein gemeinsamer Nervenstamm gebildet wird, der in allen seinen Theilen sensible und motorische Elemente führt. Derselbe verbindet sich gewöhnlich mit den benachbarten höheren und tieferen Nerven zur Bildung der bekannten Nervenplexus und entsendet dann schliesslich seine Endäste in die Muskeln, die Haut, an die Gefässe des Rumpfes und der Extremitäten, an die Gelenkkapseln, Sehnen und in die Knochen. Wie bei den Wurzeln, so zeigt sich auch bei den Aesten des gemeinschaftlichen Stammes, dass die motorischen vorzüglich dicke, die für die Haut und die andern genannten Organe bestimmten mehr feine Röhren führen, doch werden schliesslich in den Endausbreitungen alle Röhren gleichmässig fein. Die Nervenfasern aller Rückenmarksnerven verlaufen, wie es scheint, in den Stämmen und gröberen Aesten ganz für sich und ohne sich zu theilen, dagegen kommen in feineren Aesten (Fig. 821) und in den Endausbreitungen sehr häufig Theilungen und wenigstens in gewissen Organen (Haut, Schleimhäute, elektrische Organe), auch netzförmige Verbindungen der Nervenbündelchen vor. Die Endigungen der motorischen Nerven finden immer mit freien Endästchen statt, während die Anfänge der sensiblen Nerven theils ebenso sich verhalten, theils in seltenen Fällen (Geruchsorgan) mit Nervenzellen statthaben.

An dem ersten und den letzten Nerven lässt sich hie und da nur Eine Wurzel, dort die motorische und hier die sensible erkennen. Die Durchmesser aller vorderen und hinteren Wurzeln der linken Seite einer männlichen und weiblichen Leiche habe ich mitgetheilt in den Verh. d. Würzb. phys.-med. Ges. 1850, Heft II, die aus denselben berechneten Querschnitte finden sich in meiner Mikr. Anat. § 116. Aehnliche Angaben hat auch *Stilling* in seinem grossen Werke über das Mark. — Die Wurzeln besitzen ein zartes Neurilem, das von der *Pia* abstammt, wie diese gebaut ist und sowohl eine äussere Hülle derselben von 4,5 μ Durchmesser als innere zarte Scheidewände der einzelnen Nervenbündel bildet. — Häufig verbinden sich die benachbarten Wurzeln und zwar ist dies bei den sensiblen viel gewöhnlicher und namentlich an den Halsnerven beim Menschen ausnahmslos bei dem einen oder andern Nerven zu finden.

In Betreff der Durchmesser der Fasern der Spinalnervenwurzeln meldet *Reissner*, dass nach seinen Untersuchungen die grössere Menge von feinen Fasern keine allgemeine Eigenschaft der hinteren Wurzeln sei, indem die vorderen Wurzeln der *Nervi dorsales* in dieser Beziehung ganz mit denselben übereinstimmen. Die feinen Fasern liegen, wo sie häufiger sind, meist in Bündeln, seltener vereinzelt; wo sie spärlich sind, wie in den meisten vorderen Wurzeln, finden sie sich nur vereinzelt. Die von *Reissner* gefundenen

Fig. 821.

Zahlen für die Breiten der Fasern haben weniger Werth, da die Messungen nur an sehr veränderten Nervenfasern angestellt wurden.

Ein neuerer Beobachter *Siemerling* hat das Verhalten der Nervenfasern in den verschiedenen motorischen und sensiblen Wurzeln geprüft und folgendes gefunden. Im

Fig. 821. Einige Nervenstämmchen aus dem Brusthautmuskel eines mit Methylenblau injizirten Frosches mit dunklen Färbungen der Achsencylinder, z. Th. auch des Markes, dunklen Querscheiben und *Renflements biconiques* an einfachen *Ranvier*'schen Einschnürungen und an Zwei-, Drei-, Vier- und Fünftheilungen der Fasern. Nervensegmente sehr kurz. Starke Vergr.

Allgemeinen messen die Nervenfasern in denselben von 20—10 μ bis zu 2 μ und noch weniger. Die vorderen Wurzeln der Cervikal-, Lumbar- und Sakralnerven bestehen wesentlich aus starken und mittelstarken Fasern von 10—5 μ und betragen die feinen Fasern in diesen im Allgemeinen nicht mehr als 1/6 der Gesammtzahl. Dagegen kommen feine Fasern in den vorderen Wurzeln der Dorsal- und Coccygealnerven in solcher Menge vor, dass dieselben dreimal zahlreicher sind als die andern. Die feinsten Fasern von 2,6 μ und weniger sind sehr zahlreich in den vorderen dorsalen Wurzeln, sonst selten mit Ausnahme der letzten zwei Sakral- und der Steissbeinnerven. In den hinteren Wurzeln kommen feine Fasern ungefähr in derselben Menge vor wie mittlere und starke zusammen, und stärkste Fasern von 20 μ und mehr, die in vorderen Wurzeln häufig sind, finden sich selten (Neurol. Centralbl. 1886 und Anat. Unters. üb. die menschlichen Rückenmarkswurzeln, Berlin 1887). Aehnliche Beobachtungen beim Hunde finden sich bei *Gaskell* (Journal of Physiology VII). Zellen in vorderen Wurzeln sahen an verschiedenen Stellen *Hoche* (Neurol. Centralbl. X, 1891 und Beitrag z. Kenntniss d. anat. Verh. d. menschl. Rückenmarkswurzeln, Heidelberg 1891, S. 1—22, Fig. 1—5), *Schäffer* (Proc. of the Royal Soc. V, p. 348) und *ich* (Ber. ü. d. Verh. deutscher Naturf. in Wien, Sektion für Anatomie 1894) und handelte es sich in allen diesen Fällen um unipolare Zellen mit Scheiden vom Charakter derer der Spinalganglien. *Hoche* fand beim Menschen Zellen von der Lendenanschwellung an abwärts, entweder noch unter der *Pia* oder auf derselben längs der Austrittsstellen der vorderen Wurzeln; *Schäffer* und *ich* sahen solche Zellen bei der Katze jenseits der *Dura* in der Nähe des Spinalganglions. Ich halte diese Zellen für sensible, ohne vorläufig erklären zu können, wie sie an ihren Ort gerathen sind und wie ihre Fortsätze verlaufen. Mit oberflächlich im Marke in der Nähe der vorderen Wurzeln von verschiedenen Beobachtern gesehenen multipolaren Zellen lassen dieselben keine Vergleichung zu.

§ 203.

Bau der Spinalganglien.

Der Bau der Spinalganglien ist bei erwachsenen Säugethieren schwer zu erforschen, doch hat sich nach und nach in Folge vieler Bemühungen mit Sicherheit ergeben, dass dieselben nur unipolare Zellen enthalten, deren einfacher Fortsatz nach kürzerem oder längerem Verlaufe T-förmig in zwei Fasern sich theilt, von denen die Eine durch die sensible Wurzel in das Rückenmark eingeht und da in früher schon geschilderter Weise sich verhält, während die andere in die Peripherie zieht und in verschiedenen Theilen Haut, Schleimhäuten, Knochen, Drüsen mit freien Ausläufern endet.

Was die Beziehungen der Ganglienzellen und der Nervenfasern zu einander in den Spinalganglien anlangt, so sind dieselben insofern wechselnd, als in den einen Fällen eine mehr gleichmässige Mischung der beiden Elemente sich findet, in anderen die Nervenzellen mehr einseitig in grossen Massen vereint sind. Letzteres zeigt die Fig. 823 sehr ausgesprochen, während die Fig. 822 eine Zwischenform darstellt.

Die Hauptbestandtheile der Spinalganglien, die Ganglienkugeln oder Ganglienzellen (Figg. 824 und 826), folgen dem allgemeinen Typus dieser Elemente (siehe § 121) und messen hier von 26—80 μ, selbst 90 μ, in der Mehrzahl 45—67 μ. Der Inhalt ist durchweg feinkörnig und nicht selten in der Nähe des Kernes mit einer im Alter zunehmenden Ansammlung von gelben oder gelbbraunen grösseren Pigmentkörnern versehen, denen vorzüglich die Ganglien ihre gelbe Farbe verdanken. Die Kerne messen 9—18 μ, die Nucleoli 1,8 bis

4,5 μ. Diese Ganglienzellen nun finden sich in den Spinalganglien einmal in grösserer Menge an der Oberfläche der Knoten zwischen dem Neurilem und den durchsetzenden Wurzelfasern und, wenigstens beim Menschen, auch in dem Innern derselben, wo sie nesterartig die Räume des Nervenröhrenplexus erfüllen und jede einzelne Zelle durch ein besonderes umhüllendes Gewebe (siehe oben § 121)

Fig. 822.

Fig. 823.

in ihrer Lage erhalten und von ihren Nachbarn und den Nervenröhren getrennt wird.

Von weitaus den meisten Ganglienzellen gehen beim Menschen und bei den Säugethieren blasse Fortsätze von 3,3—5,6 μ Breite aus, ganz entsprechend

Fig. 822. Ein *Ganglion lumbale* eines jungen Hundes mit Natron behandelt und 45 mal vergr. *G* Ganglion mit den Zellen und den von denselben entspringenden Fasern; *M* motorische Wurzel; *S* sensible Wurzel; *Ra* vorderer Ast des Rückenmarksnerven, *Rp* hinterer Ast, bei beiden ist ihre Zusammensetzung aus beiden Wurzeln deutlich.

Fig. 823. Querschnitt durch ein *Ganglion thoracicum* einer Katze, um das Verhalten der Ganglienzellen und Nervenfasern zueinander zu zeigen.

denen der centralen Zellen, jedoch mit einer besonderen kernhaltigen Hülle, der Fortsetzung der Scheide der Zellen, versehen, die, wie ich im Jahre 1844 auffand (Selbst. und Abh. des symp. Nerv. Zürich 1844, S. 22), je einer in eine dunkelrandige Nervenröhre sich fortsetzen (Figg. 824, 826). Die von mir beobachteten Zellen waren nur mit Einem Fortsatze versehen, sogenannte unipolare, und ich glaubte zuerst, dass nur solche in den Spinalknoten sich finden. Nun ergaben aber spätere Erfahrungen, namentlich von *Stannius*, dass in denselben auch Zellen mit zwei Fortsätzen, von denen selbst einer nochmals sich theilen kann, vorkommen und bedürfte es daher neuer Untersuchungen, um zu ermitteln, wie die Sache eigentlich sich verhält. Zunächst folgten Untersuchungen von *Bidder-Reichert*, *R. Wagner* und *Robin*. Dieselben fanden im Jahre 1847 bei Fischen, dass bei diesen alle Wurzelfasern mit den Ganglienzellen verbunden sind, so dass jede Faser durch eine bipolare Zelle unterbrochen ist (Fig. 825) und in den Ganglien entspringende Fasern, wie ich dieselben nach meiner Entdeckung der unipolaren Zellen annehmen zu dürfen glaubte, gar nicht vorhanden sind. Diese Beobachtungen wurden allgemein bestätigt und entstanden so scheinbar berechtigte Zweifel über das Vorkommen von unipolaren Ganglienzellen, welche dann aber durch Untersuchungen von *Schwalbe* und anderen von Neuem bekräftigt wurden. Endlich ergaben Beobachtungen von *Schramm*, *Ranvier*, *Key* und *Retzius*, *v. Lenhossék*, wie schon auf S. 41 erwähnt wurde, das wahre Verhalten, indem der Eine Fortsatz der Zelle in grösserer oder geringerer Entfernung in zwei sich theilt, von denen der eine feinere in das Centrum eingeht, der andere zur Peripherie sich begiebt (Fig. 826).

Zu der vollen Erkenntniss dieser Thatsache trugen wichtige Beobachtungen von *Freud* sehr viel bei (Ueber Spinalganglien und Rückenmark von

Fig. 824.

Fig. 825.

Fig. 824. Aestchen des *Nervus coccygeus* innerhalb der *Dura mater*, mit einer ansitzenden unipolaren Ganglienkugel in ihrer kernhaltigen Scheide, bei der ein Faserabgang sehr deutlich ist. Die Theilung der einfachen Nervenfaser war nicht im Präparate enthalten. 350 mal vergr. Vom Menschen.

Fig. 825. Ganglienkugel vom Hecht (sogenannte bipolare), die an zwei Enden in dunkelrandige Nervenröhren ausläuft, mit arseniger Säure behandelt, 350 mal vergr. *a* Hülle der Kugel; *b* Nervenscheide; *c* Nervenmark; *d* Achsenfaser mit dem von der Hülle zurückgezogenen Inhalte *e* der Ganglienkugel zusammenhängend.

Petromyzon im Wien. Sitzungsber. 1878), indem es demselben gelang, zu beweisen, dass bei Neunaugen in den Spinalganglien neben bipolaren auch unipolare Ganglienzellen mit sich theilendem Fortsatze und Uebergänge zwischen denselben vorkommen. Später wiesen dann *His* u. A. nach, dass bei den Embryonen aller Thiere (Säuger, Vögel, Reptilien, Amphibien), die im erwachsenen Zustande in den Spinalganglien nur unipolare Zellen enthalten, bipolare Zellen vorhanden sind, die später in unipolare sich umwandeln (S. 136, Fig. 827).

Zahlreiche Untersuchungen über wirbellose Thiere, vor allem die von *Schneider*, von *Retzius* und *Biedermann* haben ergeben, dass in den Ganglien derselben unipolare Zellen ungemein häufig sind, neben denen allerdings auch multipolare solche Elemente vorkommen. Die unipolaren Zellen verhalten sich jedoch ganz anders als die entsprechenden Zellen bei höheren Thieren, indem dieselben nur einen einzigen in die Peripherie dringenden Hauptfortsatz besitzen, von dem in den Ganglien selbst eine grosse Zahl fein verästelter Fortsätze abgehen, die in denselben in der sogenannten Punktsubstanz von *Leydig* sich reich ausbreiten und dazu dienen, die den Ganglien durch die sensiblen Fasern zugeleiteten Erregungen aufzunehmen und ihrem Zellenkörper zuzuleiten. Die sensiblen Fasern selbst entstehen, wie *v. Lenhossék* zuerst bei *Lumbricus* gesehen und nachher *Retzius* u. A. bei verschiedenen Wirbellosen bestätigten, von peripherischen in der Haut gelegenen Nervenzellen, die bei höheren Geschöpfen nur noch im *Olfactorius* und in der Netzhaut ihre Vertreter haben. Weitere Untersuchungen werden sicher noch manche interessante Zwischenformen zwischen diesen einfacheren Anordnungen und den verwickelteren

Fig. 827.

Fig. 826.

Fig. 826. Ganglienzelle aus dem *Ganglion jugulare Vagi* des Hundes mit dem Ursprunge einer Nervenfaser und der Theilung derselben in einen feineren *c* und einen gröberen Ast *p*. Nach *Retzius*. Starke Vergr.

Fig. 827. Bipolare Ganglienzellen aus einem *Ganglion sacrale* eines Embryo des Menschen vom Ende des zweiten Monats. Starke Vergr.

der Wirbelthiere kennen lernen, welchem Ziele schon jetzt wichtige neue Untersuchungen näher führen, wie besonders die Arbeiten von *Retzius* und *v. Lenhossék* lehren.

In den Spinalganglien von Froschlarven hat *Disse* (Verh. d. Anat. Ges. 1893, S. 201) neben typischen bipolaren und unipolaren Zellen auch einige multipolare Zellen mit Dendriten bis zu 6 gefunden. Aehnliche Beobachtungen machte später *v. Lenhossék* beim Hühnchen (Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane 1894, S. 129, T. III, Fig. 1), vermisste dieselben aber bei den Säugern. Dagegen fanden in neuester Zeit *Sclavunos* und *Spirlas* solche Zellen auch bei Ziegenembryonen (Anat. Anz. Nr. 21, März 1896, S. 629, 6 Abb.). In Betreff des späteren Verhaltens dieser Dendriten, die ich für das Hühnchen bestätigen kann, fehlen noch Untersuchungen und ebenso ist auch ihre Deutung sehr zweifelhaft (*v. Lenhossék* l. c.). Die beiden letztgenannten Autoren sahen auch Theilungen der *Neuraxonen* dieser Zellen und Abgabe von Seitenästchen durch dieselben (Fig. 6).

§ 204.

Weiterer Verlauf und Endigung der Rückenmarksnerven.

Unterhalb des Spinalknotens vereinen sich die sensible und motorische Wurzel zur Bildung eines gemeinschaftlichen Stammes und zwar so, dass ihre Fasern verschiedentlich sich mischen, wie sich bei kleinen Thieren sehr deutlich unmittelbar beobachten lässt. Alle von nun an abgehenden Aeste, sowohl der vordere und der hintere Hauptast, als auch deren fernere Verbreitungen, sind mithin gemischter Natur, von Theilen beider Wurzeln gebildet, welches Verhalten auch bis zur letzten Ausbreitung so bleibt. Hier jedoch ändert sich dasselbe, indem die motorischen Fasern in die Muskelzweige, die sensiblen vorzüglich in die Hautäste abgehen. Die Nervenfasern in den Hauptästen der Rückenmarksnerven zeigen dieselben Durchmesser wie in den Wurzeln, d. h. es finden sich feine und dickere Röhren und eine gewisse Zahl von Uebergangsformen, im weiteren Verlaufe jedoch scheiden sich die Fasern so, dass die dickeren mehr in die Muskeläste, die dünneren in die Hautnerven übergehen. Nach den Angaben von *Bidder* und *Volkmann* ist das Verhältniss der dünnen zu den dicken Fasern beim Menschen in den Hautnerven wie 1, 1 : 1, in den Muskelnerven wie 0,1—0,33 : 1, welche Angaben ich nur bestätigen und denselben noch das beifügen kann, dass die Nerven der Knochen in den Stämmen $^1/_3$ dicke, $^2/_3$ dünne Röhren führen, während die der Gelenke, Sehnen und Häute vorwiegend dünne Fasern enthalten.

Die Rückenmarksnerven bestehen zwar im Allgemeinen aus gleich und meist wellenförmig verlaufenden Röhren, von welchem Umstande auch das quergebänderte Ansehen derselben herrührt, zeigen aber doch im Verlaufe sehr häufig Verbindungen ihrer Bündel, durch welche die grösseren oder kleineren Plexus mit sich kreuzenden Fasern entstehen. Die Bildung derselben beruht auf einem Austausche ganzer Bündel oder Fasern, nie auf einem Zusammenhange der einzelnen Primitivfasern und bietet vom mikroskopischen Standpunkte aus nichts Bemerkenswerthes dar. Theilungen der Nervenröhren kommen in den Stämmen und grösseren Aesten der Rückenmarksnerven der Säugethiere nicht vor [bei den Fischen sah *Stannius* vielfache Theilungen in den Stämmen von motorischen und gemischten Nerven (Archiv für phys. Heilk. 1850, S. 77)],

ebensowenig eine erhebliche Aenderung in ihrem Durchmesser; dagegen finden sich allerdings auch beim Menschen in den Endausbreitungen solche Theilungen und zugleich eine sehr bedeutende Abnahme der Röhren in ihrem Durchmesser, mit Bezug auf welche Verhältnisse und auf die Endigungen in Haut, Muskeln, Knochen, Häuten überhaupt, auf die an den betreffenden Orten gegebenen ausführlichen Schilderungen verwiesen wird.

Die Rückenmarksnerven sind von ihrer Durchtrittsstelle durch die *Dura mater* an von einer festeren bindegewebigen Hülle, der Nervenscheide, *Neurilemma*, umhüllt, die mit feineren Ausläufern auch in das Innere der Nerven eingeht und, wie bei den Muskeln, einerseits grössere und kleinere Bündel abgrenzt, andererseits mit ganz verfeinerten Scheiden zwischen die einzelnen Röhren sich einsenkt (Fig. 828). In den Endausbreitungen fehlt eine bindegewebartige stärkere Hülle und tritt die schon oben (Bd. I S. 157) besprochene *Henle*'sche Scheide als einzige Begrenzung einzelner Primitivfasern oder kleiner Bündelchen derselben auf, in welch' letzterem Falle die einzelnen markhaltigen Fasern immer noch ihre *Schwann*'schen Scheiden besitzen.

Fig. 828.

Stärkere Bündel von Nervenfasern erhalten dann auch stärkere Bindegewebsscheiden, die als weitere Entwicklungen der *Henle*'schen Scheide anzusehen sind. Zugleich treten auch elastische Fäserchen auf, die oft ganze Bündel umspinnen. In grösseren Nerven erscheint schliesslich gewöhnliches Bindegewebe mit deutlichen, der Länge nach ziehenden Fibrillen, wie in fibrösen Häuten, untermengt mit vielen elastischen Netzen, doch zeigen sich auch hier noch, namentlich im Innern, unreifere Formen von Bindegewebe mit vielen Bindegewebskörperchen und um die kleinsten Bündel gleichartige kernhaltige Scheiden. Die Namen *Endoneurium*, *Perineurium* und *Epineurium* bezeichnen die inneren und die Gesammtumhüllungen der Nervenstämme, doch ist zu bemerken, dass mit diesen Namen keine bestimmten Begriffe sich verbinden lassen, da die endoneuralen Scheiden stärkerer Nerven bei den Theilungen derselben zum *Perineurium* der Aeste sich gestalten. Alle diese Hüllen haben nach *Axel Key* und *Retzius* wesentlich denselben Bau wie die *Dura mater* und besitzen an allen freien Flächen Endothelhäutchen.

Alle grösseren Nerven enthalten Gefässe, obschon nicht gerade in grosser Zahl, die vorzüglich der Länge nach verlaufen und ein lockeres Netz enger Kapillaren von 4,5—9 μ mit länglichen Maschen entwickeln, das die Bündel umspinnt und zum Theil zwischen die Elemente derselben eingeht, jedoch nie einzelne Primitivfasern, sondern immer nur ganze Abtheilungen derselben umgiebt. Die Ganglien enthalten ein zierliches Kapillarnetz in Gestalt eines Maschenwerkes, so dass jede Ganglienkugel von besonderen Gefässen umgeben ist.

Fig. 828. Querschnitt des *Nervus ischiadicus*, einige Male vergr. *a* Gesammthülle des Nerven; *b* Neurilem der tertiären Bündel; *c* sekundäre Nervenbündel, z. Th. mit besonderen Scheiden. Vom Kalbe.

§ 205.

Kopfnerven.

Die vom Gehirne entspringenden sensiblen und motorischen Nerven stimmen mit den Rückenmarksnerven in den meisten Punkten so überein, dass eine kurze Charakteristik derselben genügt, und was die höheren Sinnesnerven anlangt, so werden dieselben später bei den Sinnesorganen ausführlicher besprochen werden.

Die motorischen Kopfnerven, das III., IV., VI., VII. und XII. Paar, verhalten sich sowohl in Bezug auf die Wurzeln als auf den Verlauf und die Ausbreitung ganz wie die motorischen Wurzeln und Muskelzweige der Rückenmarksnerven mit der einzigen Ausnahme, dass allen diesen Nerven durch Anastomosen mit sensiblen Nerven etwelche sensible Fasern für die Muskeln zugeführt werden. Berücksichtigung verdient 1. dass nach *Rosenthal* und *Purkyne* im Stamme des *Oculomotorius* der Säuger und des Menschen Ganglienkugeln vorkommen, welche jedoch *Bidder* (S. 32) nicht finden konnte, *Reissner* dagegen für den Menschen bestätigte, bei dem er unter vier beobachteten Zellen, von denen drei keine Fortsätze erkennen liessen, eine multipolare fand; 2. dass der *Facialis* im Knie eine Menge grösserer Ganglienkugeln hat, durch welche jedoch nach *Remak* nur ein Theil der Fasern hindurchgeht (*Müll.* Arch. 1841). Später erkannten *Retzius*, *Martin*, *His* und *v. Lenhossék* dieses Ganglion als ein echtes Spinalganglion, das dem *Nervus intermedius* angehört (S. 278 und *v. Lenhossék*, Beitr. z. Histol. des Nervensyst. und d. Sinnesorgane 1894 S. 147); 3. dass nach *Volkmann* (bei *Bidder* Ganglienkörper S. 68) die kleine, mit einem Ganglion versehene Wurzel des *Hypoglossus* des Kalbes motorische Wirkungen hervorruft, eine Thatsache, die nicht beweist, dass nicht das Ganglion Ursprungsstätte sensibler Fasern ist. Das V., IX. und X. Paar gleichen insofern den Spinalnerven, als sie alle motorische und sensible Elemente führen.

Fig. 829.

Fig. 829. Aus einem Längsschnitte des *Ganglion Gasseri* des Kalbes. Mittlere Vergrösserung.

Beim *Trigeminus* hat die kleine Wurzel vorwiegend dicke Röhren, die grosse viele feine Fasern. Das *Ganglion Gasseri*, auch die kleinen an demselben ansitzenden Knötchen, enthält viele grössere und kleinere Ganglienkugeln von 18 bis 67 μ mit kernhaltigen Scheiden und verhält sich nach neueren Untersuchungen wie ein *Ganglion spinale*. Auch Zellen mit drei und vier Fortsätzen habe ich beim Kalbe gefunden (Fig. 830), bei dem auch Nuclei mit 3—5 Nucleoli nicht gerade selten sind. Die Endausbreitung des *Trigeminus* ist grösstentheils wie bei den Hautnerven, Einzelnheiten sind in den betreffenden Abschnitten nachzusehen. Peripherische Ganglien besitzt der *N. lingualis*. Was die am *Trigeminus* vorkommenden grösseren Ganglien anlangt (*Ganglion ciliare*, *sphenopalatinum*, *oticum*, *linguale*), so besitzen dieselben den Bau der sympathischen Ganglien und enthalten nur multipolare Zellen (s. unten). Der *Glossopharyngeus* hat, obschon mit motorischen Eigenschaften begabt, doch nach *Volkmann* (*Müll.* Arch. 1840 S. 488) keine Fasern, die nicht durch das eine oder andere seiner Knötchen hindurchsetzten. An seinen Wurzeln, die viele feine Röhren führen, finden sich nach *Bidder* (l. c. S. 30) bei Säugethieren nicht selten einzelne Ganglienkugeln, oft frei ansitzend, an denen man, wie an ähnlichen der Vaguswurzeln, zum Theil leicht den Abgang zweier mittelstarker Fasern sehen soll. Die Ganglien des *Glossopharyngeus* verhalten sich wie Spinalknoten; seine Endausbreitung enthält in der Paukenhöhle und Zunge kleine Ganglien und stimmt sonst mit der des *Trigeminus* (*P. major*) überein. Die *Vagus* geht beim Menschen mit allen seinen Wurzeln in das *Ganglion jugulare* ein, während er bei einigen Säugethieren (Hund, Katze, Kaninchen nach *Remak* in *Fror.* Not. 1837, Nr. 54; beim Hunde und Schafe nach *Volkmann*, *Müll.* Arch. 1840, S. 491, nicht aber beim Kalbe, wo auch in der scheinbar motorischen Wurzel Ganglienkugeln sich finden) auch ein kleineres, am Ganglion sich nicht betheiligendes Ursprungsbündel hat. Im *Ganglion jugulare* und in der *Intumescentia ganglioformis* habe ich nichts von Spinalknoten abweichendes finden können, nur gingen die Ganglienzellen z. Th. bis zu 20 μ herab, obschon freilich auch sehr viele grosse bis zu 67 μ sich zeigten. Die Endausbreitung des Nerven bietet, wie *Bidder* und *Volkmann* richtig angeben, eine regelrechte Vertheilungsweise der dickeren und dünneren Fasern dar, so dass die Aeste zu Speiseröhre, Herz und Magen fast ausschliesslich dünne Fasern führen, während in denen zur Lunge und im *Laryngeus superior* die dünnen zu den dicken Fasern wie 2 : 1 und im *Laryngeus inferior* und den *Rami pharyngei* wie 1 : 6—10 sich verhalten. Auch diese feinen Fasern stammen lange nicht alle aus dem *Sympathicus* selbst, da sie schon in den Wurzeln des *Vagus* in überwiegender Menge sich finden, und auch im *Laryngeus superior* so zahlreich sind. Ueber die Endigungen des

Fig. 830.

Fig. 830. Aus dem *Ganglion Gasseri* des Kalbes. Vergr. 570. 1. Eine Ganglienzelle mit vier blassen Fortsätzen. 2. Ein Kern einer Ganglienzelle isolirt mit fünf Nucleoli.

Vagus siehe an den betreffenden Orten. Der *Accessorius Willisii*, obschon vielleicht auch zum Theil sensibel, hat keine Ganglienkugeln und zeigt in seiner Ausbreitung und Endigung, so viel bekannt, nichts Besonderes.

§ 206.

Ganglienner ven.

Mit diesem Namen bezeichnet man wohl am passendsten den sogenannten *Sympathicus*, das sympathische oder vegetative Nervensystem, da derselbe keine physiologische Hypothese voraussetzt, sondern einfach die Thatsache ausdrückt, die anatomisch am meisten in die Augen springt. Die Gangliennerven sind weder ein ganz für sich bestehender Theil des Nervensystems (*Reil*, *Bichat*), noch ein blosser Abschnitt der Cerebrospinalnerven, sondern es stehen dieselben einerseits durch sehr viele in ihren Ganglien entspringende feine Nervenfasern, Ganglienfasern des *Sympathicus*, ganz selbständig für sich da, während sie auf der anderen Seite durch Aufnahme von Fasern der anderen Nerven auch mit dem Marke und dem Gehirne verbunden sind. Vergleichen wir die Gangliennerven und die Cerebrospinalnerven, so finden wir, dass die ersteren, indem sie aus einer zweifachen Quelle sich zusammensetzen, in einer gewissen Beziehung allerdings den Nerven der letzteren gleichen, die ebenfalls aus Ganglienfasern des Spinalknotens und aus solchen, die aus dem Marke hervorkommen, sich bilden, jedoch namentlich darin abweichen, dass sie eine viel grössere Zahl von selbständigen Elementen, von Ganglien und Ganglienfasern, besitzen und viel zahlreichere Anastomosen unter einander eingehen. Wenn es mithin auch vom anatomischen Standpunkte aus gerechtfertigt erscheinen kann, die Gangliennerven für sich zu betrachten, so ist es doch nicht erlaubt, dieselben für etwas ganz besonderes zu halten, indem eben viele Nerven dieselben Hauptelemente, einige Hirnnerven, wie der *Trigeminus* im *Lingualis*, der *Vagus* und *Glossopharyngeus* selbst zahlreiche peripherische Ganglien darbieten und ausserdem die vergleichende Anatomie die Hervorbildung derselben aus den Spinalnerven und die Physiologie den Mangel eigenthümlicher Verrichtungen lehrt.

§ 207.

Grenzstrang der Gangliennerven, *Nervus sympathicus*.

Der *Nervus sympathicus* ergiebt sich beim Menschen als ein weisslicher oder weisser Nerv, der neben dunkelrandigen Nervenröhren auch *Remak*'sche Fasern enthält. Diese Fasern verlaufen in der Regel einander parallel, ohne sich zu theilen oder zu verflechten. Die dunkelrandigen unter denselben messen 5,6—13 μ, selbst mehr, die andern nur 2,6—3,3 μ und verlaufen zum Theil mit einander vermengt, zum Theil mehr bündelweise neben einander, letzteres namentlich in der Nähe der Ganglien des Grenzstranges und in diesen selbst. Der Bau der Ganglien ist folgender: Ein jedes derselben besteht 1. aus durchtretenden Nervenfasern, die von einem Theile des Stammes an den andern gehen, 2. aus einer gewissen Zahl feiner im Ganglion entspringender Röhren und 3. aus vielen Ganglienzellen; ausserdem senken sich in die Ganglien noch die *Rami*

communicantes ein und tritt eine gewisse Zahl von Aesten peripherisch aus denselben heraus. Die Ganglienzellen im *Sympathicus* (Fig. 831—833) unterscheiden sich von denen der Ganglien der Kopf- und Rückenmarksnerven wesentlich dadurch, dass die grosse Mehrzahl derselben multipolar ist und neben einem Achsencylinderfortsatze auch Dendriten zeigt, nur sind sie durchschnittlich kleiner, weniger und blasser gefärbt oder selbst farblos und gewöhnlich ziemlich gleichmässig rund. Einzelnheiten anlangend, so geben die Figg. 832 und 833 Bilder von sympathischen Ganglien des Menschen im Längsschnitte und im Quer-

Fig. 831.

Fig. 832.

schnitte, aus denen die Grösse und Lagerung der Ganglienzellen zu den umliegenden Theilen, den markhaltigen und *Remak*'schen Fasern, erhellt. Die Zellen erscheinen an solchen Präparaten rund von 13—40 μ Durchmesser, 18—22 μ im Mittel. Häufig mit blassem Inhalte enthielten in diesem Falle die Zellen

Fig. 831. Sechstes *Ganglion thoracicum* der linken Seite aus dem *Sympathicus* des Kaninchens, von der hinteren Seite, mit Natron, 40mal vergr. *Rc Rami communicantes*, beide in zwei Aeste sich spaltend; *S* Aestchen des Ganglion mit zwei stärkeren Fasern und feineren Fasern, wahrscheinlich zu Gefässen abgehend; *Spl Splanchnicus*; *T.2* Stamm des *N. sympathicus*; *g* Ganglienkugeln und Ganglienfasern an den Stamm des Grenzstranges sich anschliessend.

Fig. 832. Längsschnitt aus einem Sympathischen Ganglion des Menschen.

feine Pigmentkörnchen in wechselnder, z. Th. bedeutender Menge, so dass manche derselben wie Pigmentzellen sich ausnahmen. Jede Zelle besitzt, wie in den Spinalganglien, eine kernhaltige Scheide, die genauer untersucht aus epithelähnlichen platten Zellen besteht (s. S. 48 Fig. 369). An den Zellen der Fig. 832 und 833 ist diese Hülle nicht überall deutlich zu erkennen, doch lässt dieselbe an bestimmten Stellen auch die kreisförmig um die Zellen herumgestellten Kerne bestimmt wahrnehmen. Das neben den Ganglienzellen vorkommende Gewebe besteht aus einer gewissen Menge Bindesubstanz, aus *Remak*'schen Fasern und aus markhaltigen Röhren. Die Bindesubstanz ist vor allem am Querschnitte leicht zu erkennen und wird durch die hellen Züge dargestellt, welche das Gewebe der Ganglien in grössere und kleinere Unterabtheilungen zerfällen. Die *Remak*'schen Fasern erscheinen theils als lange blasse Fasern mit länglichen Kernen, theils als quer durchschnittene rundliche Bündel mit rundlichen Kernen. Die markhaltigen Fasern endlich treten an Längsansichten wenig deutlich vor, wogegen Querschnitte getreue Darstellungen ihrer Menge und Beschaffenheit geben. So lehrt die Fig. 833, dass die gröberen Fasern der Art in der Minderheit sich befinden und die feinen und feinsten Elemente bedeutend vorwiegen.

Fig. 833.

Vollen Aufschluss über die Beschaffenheit der Ganglienzellen des *Sympathicus* gewähren erst *Golgi*'sche Präparate. Zwar lässt sich auch durch einfaches Zerzupfen und in anderer Weise der Nachweis erbringen, dass in den sympathischen Ganglien viele multipolare Nervenzellen vorkommen und hat ja schon *Remak* vor langer Zeit den Satz aufgestellt, dass im *Sympathicus* nur multipolare Zellen sich finden. Allein keine andere als die *Golgi*'sche Methode ist im Stande, zu beweisen einmal, dass in vielen Ganglien des *Sympathicus* nur multipolare Zellen vorkommen und zweitens zu zeigen, welche Form und Ausdehnung die Dendriten dieser Zellen haben. Die Figuren 834 geben zwei charakteristische solche Zellen wieder und mache ich namentlich aufmerksam auf die feinen Endbüschel, in welche manche Dendritenzweige auslaufen, welche Büschel

Fig. 833. Querschnitt aus demselben Ganglion wie Fig. 832. *M* markhaltige Fasern; *R* *Remak*'sche Fasern. Starke Vergrösserung.

in vielen Fällen viel ausgeprägter vorkommen, als in diesem Falle und oft scheinbar korbartig andere Zellen umgeben, wie dies besonders *S. Ramón*, *Retzius* und *ich* selbst gesehen haben, welchem Verhalten ich jedoch bei genauer Ueberlegung keinerlei physiologische Bedeutung zuschreiben kann und dasselbe nur für etwas zufälliges erklären muss (s. unten).

Den Ursprung der Nervenfasern des Grenzstranges anlangend, so ist vor allem augenscheinlich, dass dieselben einem guten Theile nach von den *Rami communicantes* stammen, welche die sympathischen Grenzstrangganglien mit gewissen Kopfnerven und mit allen Rückenmarksnerven verbinden. Diese Fasern zerfallen in zwei Gruppen 1. centrifugal wirkende oder motorische, die von den vorderen Wurzeln der Spinalnerven abstammen und 2. centripetal leitende oder sensible, die aus den sensiblen Wurzeln kommen. Aus diesem Grunde können diese *Rami communicantes* auch als Wurzeln des sympathischen Nervensystems bezeichnet werden. Nun ist aber weiter zu bemerken, dass in gewissen *Rami communicantes* auch Fasern sich finden, die in den sympathischen Ganglien entspringen und mit den Rückenmarksnerven peripherisch weiter verlaufen. In den Grenzstrang des *Sympathicus* eingetreten verlaufen die spinalen Fasern der *Rami communicantes* verschieden weit. Von den sensiblen Fasern ist es sehr wahrscheinlich, dass dieselben einen grossen Verbreitungsbezirk haben und z. B. in den *Splanchnici* weithin in den Baucheingeweiden

Fig. 834.

Fig. 834. Zwei multipolare Zellen aus dem *Ganglion cervicale supremum* der Katze. Starke Vergrösserung. *n Neuraxon.*

sich verzweigen. Was dagegen die motorischen Elemente betrifft, so hat es *Langley* sehr wahrscheinlich gemacht, dass ein Theil derselben in dem Grenzstrangganglion endet, mit welchem der betreffende *Ramus communicans* sich verbindet oder wenigstens nicht weit über dasselbe hinausgeht (s. unten), während ein anderer Theil zu den peripherischen grösseren und kleinen Ganglien sich begiebt und einen grossen Verbreitungsbezirk besitzt. Ausser den Fasern der *Rami communicantes*, die z. Th. zu den feineren, z. Th. zu den dickeren markhaltigen gehören, enthält der Grenzstrang des *Sympathicus* einmal, wie wir schon sahen (Fig. 832, 833) viele *Remak*'sche Fasern und zweitens noch dunkelrandige, blasse, feinste Nervenröhren von 2,6—4,5 μ, die von den Zellen seiner Ganglien entspringen (Fig. 834), eine Beobachtung, die ich zuerst im Jahre 1844 an den Ganglienzellen des Froschherzens und beim *Ganglion thoracicum* IV der Katze machte.

§ 208.

Genauere Verhältnisse des Ursprunges und Verlaufes der Nervenfasern des *Sympathicus*.

Bei der Ermittlung der schwierigen, hier zur Sprache kommenden Verhältnisse haben sich die Physiologie und die feinere Anatomie brüderlich die Hand gereicht und ist das, worüber hier weiter berichtet wird, aus den vereinten Untersuchungen von *Gaskell*, *Langley*, *Anderson*, *Langendorff* u. A. einerseits, anderseits denen von *S. Ramón*, *v. Gehuchten*, *L. Sala*, *v. Lenhossék*, *Retzius*, *d'Erchia*, *Dogiel* und meinen eigenen hervorgegangen.

Besprechen wir in erster Linie die Leistungen der Physiologie, so ist der Ausgangspunkt aller Forschungen in diesem Gebiete einmal der von *Langley* und *Anderson* gegebene Nachweis gewesen, dass die *Arrectores pilorum* der Katze zwar unter dem Einflusse gewisser *Rami communicantes* der vorderen Spinalwurzeln stehen, dass aber dieser Einfluss nicht direkt übertragen wird, sondern nur unter Vermittlung von Nervenfasern, die in den sympathischen Grenzstrangganglien entspringen; und zweitens der von denselben Beobachtern und von *Langendorff* geführte Beweis, dass der *Oculomotorius* nicht direkt auf den *Sphincter pupillae* einwirkt, sondern nur durch Mitbetheiligung des *Ganglion ciliare*. In derselben Weise, wie in diesen Fällen, sind auch die Einwirkungen von Gehirn und Rückenmark auf die Nerven der Gefässe und aller glatten Muskulaturen überhaupt zu deuten. In allen diesen Fällen hat man anzunehmen, dass gewisse Fasern der Hirn- und Spinalnerven, die zu den sympathischen Ganglien verlaufen, in denselben auf die Ganglienzellen einwirken (über das wie siehe weiter unten) und erst durch diese und die von ihnen entspringenden Nervenfasern ihren Einfluss auf die Gefäss- und Darmmuskeln ausüben. Wir hätten somit, wenn diese Auffassung richtig ist, im Gebiete des *Sympathicus* motorische cerebrospinale Elemente I. Ordnung und sympathische motorische II. Ordnung.

Die weitere Entwicklung dieser Lehre von Seiten der Physiologie kann nicht besser dargelegt werden, als durch Mittheilung des kurzen Berichtes, den *Langley* 1895 auf dem physiologischen Kongresse in Bern erstattet hat. Derselbe besagt folgendes:

1. Jede Faser eines Kopf- oder Spinalnerven, die zu Eingeweiden geht, tritt in ihrem Verlaufe zur Peripherie mit einer sympathischen Nervenzelle in Verbindung. Dies wird dadurch bewiesen, dass nach Injektion einer geringen Dosis Nikotin, welches die Ganglienzellen lähmt, die Reizung der motorischen *Rami communicantes* keine Bewegungen der glatten Muskulaturen mehr hervorruft, während die direkte Reizung der peripheren Eingeweidenerven noch ihre volle Wirkung entfaltet.

Langley nennt die einen Nervenfasern *praeganglionic*, die andern *postganglionic fibres*, an der Stelle welcher hybriden Worte ich die Bezeichnungen praecelluläre und postcelluläre Fasern oder motorische Eingeweide-Fasern I. und II. Ordnung setze.

2. Motorische Eingeweidefasern II. Ordnung. Dieselben finden sich einmal in den grauen Aesten der *Rami communicantes*, von denen jeder im Allgemeinen sich ebenso verzweigt, wie die sensiblen Fasern des betreffenden Nerven. So steht bei der Katze der graue *Ramus communicans* des zweiten *Nervus cervicalis* der Erektion der Haare in der Occipitalgegend und der Kontraktion der Gefässe dieser Gegend und des Ohres vor; der graue *Ramus communicans* des ersten Sakralnerven bedingt Blässe aller Zehen, Zurückziehung und Blässe des Penis.

Vom fünften *Nervus thoracicus* bis zum dritten *Nervus sacralis* entspringen in der Regel die grauen *Rami communicantes* nur von dem entsprechenden sympathischen Ganglion, so dass Reizung des Stranges des *Sympathicus* zwischen zwei Ganglien nach Nikotinvergiftung keinen Erfolg hat. Anders bei grossen sympathischen Ganglien. So wirkt das *Ganglion cervicale supremum* durch seine grauen *Rami communicantes* auf einige Kopfnerven und die drei ersten *Nervi cervicales*, das *Ganglion stellatum* auf eine grössere Zahl von Nerven, die vom dritten oder vierten *Cervicalis* bis zum vierten oder fünften *Thoracicus* gehen kann, das *Ganglion coccygeum* auf alle *Nervi coccygei.*

Das oberste Halsganglion sendet postcelluläre Fasern zu gewissen Gefässen des Kopfes und der Speicheldrüsen.

Das *Ganglion stellatum* ebenso zu den Brusteingeweiden.

Das *Ganglion solare* mit Einschluss der Nierenganglien und zerstreute Ganglien im Verlaufe des *Splanchnicus* versorgen die oberen Baucheingeweide.

Die *Ganglia mesenterica inferiora* versorgen die Beckeneingeweide sammt Uterus.

Die Fasern, die alle diese Ganglien abgeben, werden nach Vergiftungen mit Nikotin nicht unwirksam, und haben somit keine Zellen in ihrem peripheren Verlaufe. Hieraus zieht *Langley* den Schluss, dass die Zellen der *Auerbach*'schen und *Meissner*'schen Geflechte nicht zum *Sympathicus* im engeren Sinne gehören, ein Schluss, der jedoch offenbar nicht gerechtfertigt ist. Nur das lässt sich aus den angegebenen Thatsachen ableiten, dass die in den oben genannten Ganglien entspringenden motorischen Fasern II. Ordnung z. Th. direkt zu den Eingeweiden sich begeben, ohne durch Zellen unterbrochen zu sein. Hiermit ist jedoch nicht gesagt, dass nicht praecelluläre Fasern zu den Ganglienzellen der Darmwand treten und dieselben beeinflussen.

Dies könnte nur als bewiesen erachtet werden, wenn es gelänge, zu zeigen, dass die Kontraktionen der Darmwand bei Reizung der gröberen Darmnerven nach Nikotinvergiftung ebenso energisch sind, wie unter normalen Verhältnissen.

3. Motorische Eingeweidenerven I. Ordnung oder praecellulare Fasern. Solche Fasern erhält der *Sympathicus* nach *Gaskell* im Allgemeinen vom *Nervus thoracicus primus* an bis zum *Lumbaris quartus sive quintus*, doch zeigen sich in dieser Beziehung gewisse Schwankungen (*Sherrington*). Diese Fasern verlaufen ausschliesslich in den weissen *Rami communicantes* (*Gaskell*) und stammen aus den motorischen Wurzeln.

Im Gebiete des *Sympathicus* verlaufen dieselben zu allen grösseren und kleineren peripheren Ganglien, somit zum Theil sehr weit und zwar so, dass nach *Langley* Eine Faser Zellen in 3 bis 4 aufeinanderfolgenden Ganglien versorgen kann.

Mit Bezug auf die wichtige Frage, ob die Zellen Eines sympathischen Ganglion Fasern in andere sympathische Ganglien senden, spricht sich *Langley* verneinend aus (l. c. S. 5) und behauptet, gestützt auf Versuche, dass die sympathischen Lendenganglien keine Fasern zu den *Ganglia mesenterica inferiora* senden, ebensowenig das *Ganglion stellatum* und *Cervicale infimum* zum *Ganglion cervicale supremum* und ferner das *Ganglion cervicale supremum*, der *Plexus solaris* und die *Ganglia mesenterica inferiora* zur sympathischen Ganglienkette. Ebenso spricht sich *Langley* gegen die Annahme aus, dass Zellen eines Ganglion auf andere Zellen desselben einwirken (S. 6).

Endlich sind noch Reflexerscheinungen zu erwähnen, die im Gebiete der *Ganglia mesenterica inferiora* sich finden sollen (s. *Langley* l. c. und *Langley* und *Anderson* Journ. of Phys. Vol. XII Nr. 5 und 6, 1894). Diese sogenannten Reflexe sind aber von dem, was die Physiologie Reflexe nennt, wesentlich verschieden und spielen sich einzig und allein an centrifugalen Fasern ab, indem praecellulare motorische Fasern auch centripetal leiten und durch Collateralen eine Reihe sympathischer Ganglien und postcelluläre Fasern erregen sollen (siehe die Schemata B und C in *Langley* S. 7). Die Annahme einer solchen centripetalen Leitung motorischer Fasern steht vorläufig mit allem, was wir über die Leistungen der Nervenelemente wissen, in so geringem Einklange, dass ich keine Veranlassung finde, weiter auf dieselbe einzugehen.

Soweit *Langley*. Ich möchte nun von mir aus noch beifügen, dass von sensiblen Elementen im Gebiete des *Sympathicus* nur diejenigen bekannt sind, die von Cerebrospinalnerven demselben zugeführt werden.

Nach Schilderung der wesentlichsten physiologischen Verhältnisse wende ich mich nun zu der Frage, in wie weit die anatomischen Untersuchungen mit denselben in Uebereinstimmung sich finden und da ist dann die erste Frage nach den Beziehungen der sympathischen Ganglienzellen zu den Nervenfasern des *Sympathicus* und weiter die nach dem Verhalten der aus den Rückenmarks- und Kopfnerven in den *Sympathicus* übertretenden Fasern.

Den Ursprung der sympathischen Fasern von den Ganglienzellen des *Sympathicus* anlangend und das Verhalten dieser Zellen überhaupt betreffend, so haben wir schon im § 207 angegeben, dass die grosse Mehrzahl der sympathischen Ganglienzellen multipolar ist und einen einzigen Neuraxon besitzt. Dies

gilt nicht nur für die Grenzstrangganglien (Fig. 834), sondern auch für viele andere periphere Nervenknoten. So zeigt die Fig. 835 drei Zellen aus dem *Ganglion semilunare* eines jungen Hundes, deren Dendriten in mässiger Entwicklung sich finden, wogegen die Axonen in grösserer Länge sichtbar sind und durch das Vorkommen von Varikositäten sich auszeichnen und so finden sich noch an vielen Orten solche Elemente, bei denen allerdings ungemein viele, minder wesentliche Abweichungen vorkommen, in welcher Beziehung vor allem auf die Abbildungen von *S. Ramón*, *v. Gehuchten*, *L. Sala*, *v. Lenhossék* zu verweisen ist.

Was nun das genauere Verhalten der Axonen dieser multipolaren Zellen betrifft, so war die Anatomie bisher nicht in der Lage, genauere Aufschlüsse über dieselben zu geben und fehlten vor allem alle näheren Anhaltspunkte über den Verlauf derselben. Hier tritt nun die Physiologie unterstützend an die Seite und ist es nach dem oben mitgetheilten in hohem Grade wahrscheinlich, dass alle Axonen der sympathischen Zellen, ohne weitere Verbindungen oder Beziehungen zu anderen Zellen einzugehen, direkt in die Peripherie verlaufen und in Muskeln oder anderen Organen enden. Einen solchen Verlauf dürfen wir mit Bestimmtheit bei den Nerven der *Arrectores pilorum* der Katze annehmen, die von den Zellen der einzelnen Ganglien des Grenzstranges aus unmittelbar in den nächsten grauen *Ramus communicans* eintreten, mit diesem sich dem *Ramus dorsalis* des entsprechenden Spinalnerven anschliessen, um in den Arrectoren der Rückenhaare zu enden. Ganz dasselbe gilt von den im *Ganglion ciliare* entspringenden Fasern. Dieses Ganglion besitzt, wie vor langer Zeit bereits *Rauber* (Sitzungsbericht. der naturforschenden Gesellschaft in Leipzig 1875 S. 3) und neuerdings *Retzius*, *d'Erchia*, *J. v. Michel* und *ich* nachwiesen, nur multipolare Zellen und die von diesen entspringenden feinen markhaltigen Fasern

Fig. 835.

Fig. 835. Drei multipolare Zellen mit ihren *Axonen n* aus dem *Ganglion semilunare* eines Hundes von einem Tage. Starke Vergrösserung. *Golgi.* Eine Nervenfaser mit Varikositäten an der oberen Zelle ohne Verbindungen.

gehen unmittelbar durch die *Nervuli ciliares* in den Augapfel ein, um in den Muskeln der Iris (*Sphincter*) und denen des *Corpus ciliare* zu enden. In derselben Weise verhalten sich nun unzweifelhaft nach den Versuchen von *Langley* alle postcellulären Fasern des *Sympathicus* und verlaufen von ihrer Ursprungszelle an direkt zu ihren Enden in der Darmwand, den Gefässen, der Leber, den Nieren, der Milz, der Blase u. s. w.

Alle diese Fasern sind als cellulifugal wirkende zu bezeichnen, mögen sie nun Kontraktionen der glatten Körpermuskulatur bewirken oder sekretorische Thätigkeiten anregen und muss ganz bestimmt hervorgehoben werden, dass unter den Ganglienfasern keine centripetal wirkenden, keine sensiblen Elemente vorkommen. Alle sensiblen Funktionen in diesem Gebiete werden einzig und allein durch cerebrospinale Fasern vermittelt.

Ich nehme somit nach den jetzt ermittelten physiologischen Thatsachen alle früher aufgestellten Vermuthungen zurück, dass sympathische Ganglienfasern auf Ganglienzellen entfernter Ganglien oder auf solche desselben Ganglion einwirken.

Was die von den sympathischen Zellen entspringenden Nervenfasern betrifft, so sind dieselben in vielen Fällen ganz bestimmt markhaltig und von geringen Durchmessern, wie z. B. bei den *Nervuli ciliares*, die im *Ganglion ciliare* entspringen, ferner bei den Nerven der Haarbalgmuskeln der Katze und bei vielen anderen im Grenzstrange entspringenden Nervenfasern. Solche feine markhaltige sympathische Fasern können auch bis nahe an ihre Endigungen ihr Mark beibehalten, wie bei den vorhin genannten Beispielen. In anderen Fällen verlieren sie dasselbe bald und gehen in *Remak*'sche Fasern über, wie z. B. bei den Fasern der Leber, des Darmes, der Milz. Endlich giebt es auch zahlreiche Fälle, in denen von den sympathischen Zellen nur marklose oder *Remak*'sche Fasern entspringen und in ihrem ganzen Verlaufe so bleiben, wie dies vor allem bei den in den mikroskopischen Darmwandganglien entspringenden Fasern der Fall ist, ebenso bei vielen anderen peripherischen kleinen Ganglien.

Die in den *Sympathicus* übergehenden cerebrospinalen Fasern sind alle markhaltig und zerfallen in zwei Abtheilungen, sensible und motorische (centrifugal wirkende). Die sensiblen sind feine und gröbere Elemente, die aus den sensiblen Wurzeln resp. den Spinalganglien stammen und im Gebiete des *Sympathicus* peripherisch sich ausbreiten. Dieselben vermitteln die spärlichen sensiblen Wahrnehmungen, die uns die betreffenden Organe geben und verhalten sich wie gewisse sensible Fasern der somatischen Sphäre, wie am besten die Nerven der *Pacini*'schen Körperchen lehren, die im *Mesenterium* genau dasselbe Verhalten zeigen, wie an der Handfläche und Fusssohle. Alle weit in die Peripherie einstrahlenden markhaltigen Fasern, wie z. B. die in den Milznerven der Wiederkäuer, im Gekröse des Darmes, in der Leber u. s. w. betrachte ich als sensible Elemente.

Die centrifugalen Cerebrospinalfasern des *Sympathicus* stammen nach *Gaskell* und *Langley* bei den Spinalnerven nur von bestimmten motorischen Wurzeln, die vorläufig am genauesten bei der Katze bekannt sind (s. oben), beim Menschen jedoch noch nicht sicher zu bestimmen waren. Und zwar kommen

diese Fasern bei Säugern allem zufolge, was bekannt ist (s. unten), nur von den motorischen Wurzeln und verlaufen in den weissen *Rami communicantes*. Ueber das Verhalten dieser motorischen Fasern I. Ordnung oder der praecellulären Fasern (*praeganglionic fibres Langley*) des *Sympathicus* sind wir dank den neueren Untersuchungen mit der *Golgi*'schen Methode nach mehrfachen Seiten gut orientirt und hat sich durch die Bemühungen von *S. Ramón*, *v. Gehuchten*, *L. Sala*, *Dogiel*, *v. Lenhossék* folgendes herausgestellt.

Erstens zeigen diese spinalen motorischen Fasern in ihrem Verlaufe im *Sympathicus* in den sympathischen Ganglien zahlreiche Verästelungen, welche bald einfacher sich gestalten (Fig. 836), bald ungemein reich sind (Fig. 839; *v. Gehuchten* Fig. 7, *L. Sala* Fig. 3 und 4, *Dogiel* Fig. 10, *S. Ramón* 1891 Fig. 1 *J*, 2 *h* und *j*, Fig. 3). Diese Fasern enden nun in doppelter Weise. Einmal bilden dieselben nur einfache, wenig getheilte Aeste, wie in der Fig. 836 am oberen Ende, die die Nervenzellen mit spärlichen Enden umgeben (*v. Lenhossék* Fig. 12, *S. Ramón* Fig. 2, 3, 6, *Dogiel* Fig. 10, 11, 12, *L. Sala* Fig. 5, *v. Gehuchten* Fig. 6). In anderen Fällen jedoch umspinnen dieselben die Nervenzellen auf das reichlichste und verwickeltste und bilden um dieselben ein unentwirrbares Geflecht oder Faserwerk, ein sogenanntes cirkumcelluläres Geflecht, wie die Fig. 837 eines darstellt und wie *v. Gehuchten* Fig. 6, *d'Erchia* Fig. 3 und 6, *L. Sala* Fig. 6 und 7, *Dogiel* (Anat. Anz. X Fig. 4), *v. Lenhossék* Fig. 11 solche zeichnen.

In Betreff der genaueren Beschaffenheit dieser Endigungen ist noch nicht alles klar. In den einfachsten Fällen geht eine einzige Nervenfaser eine solche cirkumcelluläre Endigung ein und dann ist wohl sicher, dass dieselbe innerhalb der Nervenzellenscheide sich befindet und den Zellenkörper unmittelbar berührt (Fig. 838). Zweifelhafter ist dagegen das Verhalten in Fällen, wie sie die Fig. 837 wiedergiebt.

Fig. 837. Fig. 836.

Fig. 836. Eine verästelte Endfaser aus dem *Ganglion cervicale supremum* der Katze. Starke Vergrösserung. *Golgi.*

Fig. 837. Ein cirkumcelluläres Geflecht aus dem *Ganglion cervicale supremum* des Kalbes. Starke Vergrösserung. *Golgi.*

Hier treten an einen Faserknäuel mehrere, ja oft (siehe die Figuren von *Sala*) viele Nervenfasern und ist nicht zu ermitteln, wie dieselben im Einzelnen sich verhalten. In manchen Fällen mögen mehrere Nervenfasern an Einer Zelle sich ausbreiten, in anderen dagegen, wie bei *L. Sala* in Fig. 7, scheinen ganze Nervenbündelchen in ihrem Verlaufe die Zellen zu umfassen und ihnen nur einzelne Aestchen abzugeben.

Sei dem nun wie ihm wolle, so ist sicher, dass viele motorische Fasern erster Ordnung (*praeganglionic fibres Langley*) früher oder später in einer der angegebenen Weisen um die sympathischen Zellen enden und wird man es daher als im höchsten Grade wahrscheinlich bezeichnen dürfen, dass dies überall geschieht, mit anderen Worten, dass alle sympathischen Zellen von den motorischen Fasern I. Ordnung beeinflusst werden, während auf der anderen Seite die Ganglienfasern des *Sympathicus* oder die motorischen Fasern II. Ordnung (die *postganglionic fibres Langley*) nie auf andere Zellen einwirken, sondern stets peripherisch frei enden. Von den motorischen Fasern I. Ordnung ist noch zu erwähnen, dass dieselben nach *v. Gehuchten* auch Collateralen besitzen und auch durch diese auf sympathische Ganglienzellen einzuwirken im Stande sind. Doch ist das genauere Verhalten dieser Collateralen noch nicht hinreichend bekannt. Allem zufolge lässt sich der Faserverlauf im *Sympathicus* durch folgende Sätze ausdrücken.

Fig. 838.

1. Die cerebrospinalen motorischen Fasern enden alle mit Endverästelungen um die sympathischen Zellen herum und kommen bei denselben keine direkten Endigungen im Darme, an Gefässen u. s. w. vor.

2. Hierbei ist der Verlauf derselben ein längerer oder kürzerer. Die einen enden an den nächstgelegenen Ganglienzellen, andere durchlaufen mehrere Ganglien, bevor sie zu ihren Endigungen gelangen und können hierbei durch Collateralen auf eine Mehrheit von Zellen einwirken. Noch andere endlich finden erst an den am meisten peripherisch gelegenen Ganglien ihr Ende, wobei es unentschieden bleibt, ob sie in ihrem Verlaufe auf zwischengelegene Zellen einwirken.

3. Die Ganglienfasern des *Sympathicus* entspringen von den sympathischen Zellen, zeigen in ihrem Verlaufe keine Beziehungen zu anderen Zellen und enden bald nahe, bald sehr entfernt von ihrem Ursprunge mit freien Endigungen an glatten Muskeln oder in Drüsen.

4. Die sensiblen Fasern des *Sympathicus* stammen alle von cerebrospinalen Fasern und enden, wie cerebrospinale sensible Elemente, in den peripherischen Theilen. Der *Sympathicus* besitzt keine ihm eigenen sensiblen Fasern.

Fig. 838. Aus dem *Ganglion cervicale supremum* des Kalbes mit einem Faserkorb um eine Zelle. Gez. bei Syst. VII, Oc. III, k. Tub. *Golgi*.

Fig. 839.

Fig. 839. Cerebrospinale Fasern aus demselben Ganglion von Fig. 838. Gez. bei Syst. VII, Oc. I, k. Tub. *Golgi*. Die Fasern haben sehr viele Verästelungen und umgeben z. Th. die Ganglienzellen mit denselben.

Fig. 840.

Fig. 840. Schema zur Darstellung des Verlaufes der Fasern im *Sympathicus*. *PG* Peripheres Ganglion; *Gs* Ganglion des Grenzstranges; *PK Pacini'*sches Körperchen; *Rca* weisser *Ramus communicans; Rcgr* grauer *Ramus communicans; St* Stamm des Grenzstranges; *g* Ganglienfasern, die im *Ramus communicans griseus* weiter ziehen und in einem *Ramus dorsalis* eines Spinalnerven an *Arrectores pilorum* enden; g^1 Ganglienfasern, die im Grenzstrange weiterziehen; g^2 Ganglienfaser, deren Ganglienzelle von einer Collaterale der Faser m^5 innervirt wird; g^3 Ganglienfasern, deren Zellen von spinalen im

Nebenstehendes Schema (Fig. 840) soll die Hauptbeziehungen klar stellen.

Bei den bisherigen Erwägungen wurde stets davon ausgegangen, dass die sympathischen Ganglienzellen multipolar sind und neben einem Achsencylinderfortsatze viele verästelte Dendriten besitzen. Nun ist aber hervorzuheben, dass in gewissen Theilen des *Sympathicus* und bei gewissen Thieren auch unipolare Zellen ohne Dendriten sich finden. Hierher zählen die von *Beale* und *Arnold* entdeckten Ganglienzellen mit Spiralfasern (s. S. 42 und Fig. 361), die nun seit den neuen Untersuchungen von *Arnold* und *Ehrlich* und vor allem von *Retzius* und *Smirnow* so gedeutet werden, dass die Spiralfaser als Ende einer vom Centrum kommenden dunkelrandigen Faser aufgefasst wird, welche den Körper der Ganglienzelle mit Endverästelungen korbartig umgiebt, während die Zelle selbst nur Einen geraden Fortsatz abgiebt, der peripherisch ebenso wie andere sympathische Fasern sich verästelt und endet. Solche unipolare sympathische Ganglienzellen sind ausser beim Frosche und der Kröte auch bei Tritonen und Eidechsen mit Sicherheit nachgewiesen worden, kommen aber höchst wahrscheinlich auch in gewissen Ganglien von Säugethieren vor, unter denen jetzt schon, gestützt auf die älteren Untersuchungen *Bidder*'s, das *Ganglion submaxillare* des Hundes und nach *Aronson* und *Retzius* auch sympathische Zellen des Kaninchens genannt werden können. In Betreff des Verhaltens der Spiralfaser und der geraden Faser dieser Zellen hat die neueste Zeit vor allem an den Ganglienzellen des Herzens des Frosches gewonnene wichtige Fortschritte aufzuweisen, von denen ich folgende namhaft mache:

1. Die Spiralfaser theilt sich oft gabelig (*Retzius*, *Smirnow*).
2. Spiralfasern können auch Aeste abgeben, die zu den Muskelfasern des Herzens sich begeben (*Smirnow*).
3. Die geraden Fasern zeigen auch Theilungen, wie *Schwalbe* zuerst beobachtete, und wurden von *Arnstein* zu den Herzmuskelfasern verfolgt.
4. Der letztgenannte Autor sah in den Herzganglien auch bipolare Zellen, deren eine Faser centralwärts verlief, während die andere zu den Muskeln sich begab.

Grenzstrange herunterlaufenden Fasern m^6 innervirt werden und jenseits des peripheren Ganglion enden; g^4 Ganglienfasern, die im peripheren Ganglion entspringen und jenseits desselben enden; m^1 motorische spinale Faser, die im Ganglion selbst endet; m^2 motorische spinale Faser, die im Grenzstrange weiter zieht; m^3 motorische spinale Faser, die vom *Ramus communicans albus* des Grenzstrangganglions kommt, dieses und das periphere Ganglion durchsetzt und weiter in kleineren Ganglien endet; m^4 motorische spinale Faser, die im Grenzstrange herunterläuft, das Grenzstrangganglion durchsetzt und in dem peripheren Ganglion endet; m^5 motorische spinale Faser, die im Grenzstrange herunterläuft, im Grenzstrangganglion eine Collaterale abgiebt, die um eine Zelle endet; m^6 motorische spinale Faser, die im Grenzstrange herunterläuft und im Grenzstrangganglion endet; m^7 motorische spinale Faser, die im Grenzstrange herunterläuft, das periphere Ganglion durchsetzt und weiter in kleineren Ganglien endet; s sensible Cerebrospinalfaser, die jenseits beider Ganglien in einem *Pacini*'schen Körperchen Pk endet resp. beginnt; s^1 sensible Cerebrospinalfaser, die im Grenzstrange weiter läuft. Punktirte Linien = den sensiblen cerebrospinalen Fasern. Durchgehende schwarze Linien = den cerebrospinalen motorischen Fasern I. Ordnung (*Praeganglionic fibres Langley*). Rothe Sterne und Linien = Sympathische Ganglienzellen und Ganglienfasern (*Postganglionic fibres Langley*).

Aus diesen Thatsachen lassen sich folgende Schlüsse ableiten:

a) Die Spiralfasern verhalten sich, abgesehen von ihrem eigenthümlichen Verlaufe, wie andere in Ganglien eindringende Nervenfasern und enden, wie diese, mit Endgeflechten, sogenannten Körben, um die Nervenzellen herum. Diese Körbe und die Spiralfaser einerseits, die Zelle und die gerade Faser andererseits sind somit getrennte, für sich bestehende Bildungen und entsprechen die ersteren den motorischen Fasern I. Ordnung, die zweiten den sympathischen Zellen und sympathischen Fasern oder den motorischen Fasern II. Ordnung.

b) Die Spiralfasern können zu mehreren aus einer Stammfaser abgehen, wie dies auch bei anderen centrifugal wirkenden, in Ganglien des *Sympathicus* eintretenden cerebrospinalen und sympathischen Fasern der Fall ist.

c) Die geraden Fasern sind nicht Dendriten oder Protoplasmafortsätzen zu vergleichen, sondern einfach Achsencylinderfortsätze der betreffenden Zellen, die zu Muskelfasern treten und hierbei Verästelungen zeigen.

d) Eigenthümlich und vielleicht nur beim Herzen vorkommend ist, dass die Spiralfasern nicht nur mit gewissen Aesten (Collateralen) Faserkörbe bilden, sondern mit anderen Aesten auch Endigungen in Muskeln besitzen.

e) Der eigenthümliche spiralige Verlauf der betreffenden Fasern erklärt sich, wie schon *Retzius* andeutet, aus der Entwicklung derselben. Dieselben sprossen offenbar sekundär aus mehr centralen Zellen hervor und treten nach und nach an die betreffenden Ganglienzellen, wobei je nach den vorliegenden Wachsthumshindernissen ein gerader oder ein gewundener Verlauf derselben sich ergiebt.

Ehrlich und *S. Ramón* beschreiben beim Frosche und bei der neugeborenen Maus in den Spinalganglien freie Faserverästelungen, die die Zellen korbartig umfassen (*Ramón*, Nr. 1 Fig. 2). Weder *S. Ramón*, noch irgend ein anderer Beobachter war in der Lage diese Beobachtung zu wiederholen, die physiologisch sehr auffallend wäre, da die Fasern, die die Körbe bilden, nur motorische I. Ordnung sein könnten, indem bis jetzt an sensiblen Fasern keine Endkörbe beobachtet wurden.

Im Anschlusse an das auf S. 79 über die Ursprünge gewisser Fasern der sensiblen Wurzeln im Marke Bemerkte, die ich vermuthungsweise als centrifugal wirkende, dem *Sympathicus* angehörende bezeichnete, erwähne ich hier, dass in neuester Zeit *Steinach* und *Wiener* in einer sehr bemerkenswerthen Versuchsreihe nachgewiesen haben, dass beim Frosche auch die dorsalen Wurzeln motorische Funktionen auf glatte Muskulaturen der Eingeweide besitzen (Motor. Funktionen hinterer Spinalnervenwurzeln in Arch. f. d. g. Physiologie Bd. 60, S. 593, 1895). Somit kommt meine Vermuthung zu Recht, doch ist nun die Aufgabe zu lösen, diese Frage anatomisch und physiologisch bei verschiedenen Thieren und beim Menschen weiter zu prüfen.

§ 209.

Peripherische Ausbreitung der Ganglienuerven.

Aus dem Grenzstrange des *Sympathicus* entspringen die zur Peripherie sich begebenden Zweige, die ohne Ausnahme feinere und dicke Röhren aus demselben aufnehmen, aber ausserdem, wenigstens zum Theil, noch *Remak*'sche

Fasern führen, denen sie ihr verschiedenes Aussehen verdanken. Die einen derselben nämlich sind weiss, wie der Stamm an den meisten Orten und die *NN. splanchnici*, andere grauweiss, wie die *NN. intestinales*, die Nerven des nicht schwangeren Uterus (*Remak*, Darmnervensystem S. 30), noch andere grau und zugleich minder derb anzufühlen, wie der *N. caroticus internus*, die *NN. carotici externi s. molles*, die *NN. cardiaci*, die Gefässäste überhaupt, die die grossen Ganglien und Plexus der Unterleibshöhle verbindenden Zweige, die in die Drüsen eingehenden Aeste, die Beckengeflechte. Das besondere Verhalten der letzteren Nerven beruht theils auf dem Vorkommen zahlreicher feiner Fasern des *Sympathicus* selbst, grösstentheils jedoch auf der Anwesenheit der nach ihrem Entdecker sogenannten *Remak*'schen Fasern. Diese Fasern finden sich in fast allen grauen Theilen der Ganglienerven (ich vermisse dieselben in vielen Theilen der Beckengeflechte des Menschen, wo an ihrer Stelle ein kernloses reichliches Bindegewebe sich zeigt, doch sollen sie nach *Remak* in den Nerven des schwangeren Uterus reichlich sein [Darmnervens. S. 30]) in sehr grosser Menge, so dass sie die dunkelrandigen echten Nervenröhren um das 3—10fache und noch mehr an Zahl übertreffen. Meist bilden sie die eigentliche Grundlage dieser Stränge und mitten durch sie ziehen dann, bald mehr vereinzelt, bald in grösseren oder kleineren Bündeln beisammen, die dunkelrandigen Röhren. Ausser durch diese Fasern ist die peripherische Ausbreitung des *Sympathicus* noch und vor allem durch eine grosse Zahl von Ganglien ausgezeichnet. Dieselben sitzen grösser oder kleiner, selbst mikroskopisch, an den Stämmen oder Endigungen und zwar die mikroskopischen, so viel man bisher weiss, an den *Nervi carotici*, im *Plexus pharyngeus*, im Herzen, an den Gefässnerven des Frosches (*Beale*, *Lehmann*), an der Lungenwurzel und in den Lungen hie und da, an der hinteren Wand der Harnblase, in der Muskelsubstanz des *Collum uteri* des Schweines, an den *Plexus cavernosi*, in der Darmwand (*Remak*, *Meissner*, *Auerbach*), in den Speichel- und Thränendrüsen (*Krause*), den Lymphdrüsen (*Schaffner*), am *Ureter*, dem *Vas deferens*, dem *Ductus pancreaticus* und den Gallengängen der Vögel (*Manz*), und sollen in Bezug auf ihr spezielles Verhalten bei den Eingeweiden besprochen werden.

Wie die aus diesen verschiedenen Gegenden, den *Rami communicantes*, den Grenzstrangknoten und den peripherischen Ganglien, entspringenden Nervenröhren in ihrer Ausbreitung sich verhalten, ist annoch sehr zweifelhaft. Manche peripherischen Aeste verbinden sich mit anderen Nerven und entziehen sich so jeglicher weiteren Nachforschung, so die *Nervi carotici externi* und *internus*, von denen ich den letzteren, der fast nur feine und viele *Remak*'sche Fasern führt, nicht im gewöhnlichen Sinne als Wurzel, sondern als einen aus dem *G. cervicale supremum* und vielleicht den anderen Halsganglien entstandenen Ast ansehe; ferner die Theile der *RR. comm.*, die peripherisch an die Spinalnerven sich anschliessen, die *Rami cardiaci*, *pulmonales* etc. Andere Aeste werden in den Parenchymen der Organe so fein, dass man ihnen unmöglich weit nachgehen kann. Was bis jetzt über den endlichen Verlauf nachgewiesen ist, ist Folgendes: 1. Es kommen in den Stämmen und Endausbreitungen das *Sympathicus* Theilungen vor, so an den Nerven der Milz, der *Pacini*schen Körperchen im *Mesenterium*, an den Nerven, die die Gefässe im *Mesenterium* des Frosches begleiten, an denen seitlich am Uterus von Nagethieren,

dann der Lunge, des Herzens und des Magens des Frosches und Kaninchens, der *Dura mater* an den *Arteriae meningeae*, in Aesten des *Sympathicus* des Störes, an den Herznerven der Amphibien, an den Nerven der Harnblase von Kaninchen und Mäusen, an denen des *Peritonaeum* des Menschen und der Maus und der Thränen- und Speicheldrüsen. 2. Es verschmälern sich auch die dickeren Röhren des *Sympathicus* schliesslich so, dass sie zu feinen werden, wie an den *Rami intestinales*, *lienales* und *hepatici* leicht zu sehen ist, die zwar noch im Innern der genannten Organe einzelne stärkere Nervenröhren enthalten, schliesslich jedoch dieselben verlieren. Die eigentlichen Endigungen in den Organen selbst, in Herz, Lunge, Magen, Darm, Niere, Milz, Leber, Uterus u. s. w. sind in den letzten Jahren von sehr vielen Beobachtern untersucht worden und müssen nun noch in dieser Beziehung die wichtigsten allgemeinen Verhältnisse besprochen werden, wobei es gut sein wird, die mikroskopischen Endganglien und die letzten Endigungen der Nervenfasern für sich zu schildern.

Fig. 841.

Zum Studium der Endganglien wurden bis jetzt fast nur die *Auerbach*'schen und *Meissner*'schen Darmganglien verwendet, nebstdem noch das *Ganglion ciliare* in der Augenhöhle und diente als Methode sozusagen allein die *Golgi*'sche. Nun hat aber in neuester Zeit *Dogiel* mit grösstem Glücke auch das Methylenblau verwendet und die Ganglien der Gallenblase vom Hunde und der Katze auf diese Weise untersucht. Die Ergebnisse der verschiedenen Beobachter waren anfänglich in manchen Beziehungen nicht im Einklange, allmählich aber stellte sich vor allem durch die Bemühungen von *L. Sala* und *Dogiel*, welchen ich mich nun im Wesentlichen anschliesse, eine gute Uebereinstimmung heraus und lassen sich die gefundenen Thatsachen folgendermassen formuliren.

1. Die Ganglienzellen der mikroskopischen Endganglien sind in der Wand der Eingeweide (Darm, Gallenblase) vorwiegend multipolar, doch können auch unipolare und bipolare Zellen vorkommen (*S. Ramón*, *Dogiel*, *ich*).

2. Die Dendriten dieser Zellen zeigen ein sehr verschiedenes Verhalten. In den einen Fällen sind dieselben kürzer und reich verästelt (*Sala* Fig. 1, *S. Ramón* 1893 Fig. 7, *Dogiel* Fig. 1, 4, 7), in anderen Fällen ungemein lang und spärlich verästelt oder so, dass sie ganze Büschel paralleler Fasern bilden (*Ramón* Fig. 4, *Dogiel* Fig. 3, 8, 9, 13; hier Fig. 841—844). Solche Fälle brachten seiner Zeit *Ramón* auf den Gedanken, dass diese Zellen nur

Fig. 841. Eine Gruppe von Nervenzellen aus dem *Meissner*'schen *Plexus* eines Hundes von zwei Tagen. Darunter eine schöne multipolare Zelle und mehrere unipolare. Gez. bei Syst. VII, Oc. II, k. Tub.

Axonen und keine Dendriten besitzen, das auch ich für beachtenswerth erklärte. *Ramón* hat noch in seiner Arbeit vom Jahre 1893 diesen Gedanken nicht entschieden aufgegeben (S. 17), wogegen *Dogiel* ganz bestimmt dafür sich ausspricht, dass auch diese Zellen nur Einen Axon haben, welcher Aufstellung ich mich nun auch anschliesse und wie *Dogiel* hervorhebe, dass besonders die mehr vereinzelt vorkommenden Zellen des *Meissner*'schen Plexus zu solchen Missdeutungen Veranlassung geben, weil bei ihnen die Dendriten ungemein lang sind.

Fig. 842.

3. Die Dendriten bilden nirgends mit ihren Enden Körbe um andere Zellen herum und ist der Anschein von solchen in allen Fällen nur zufällig (*Dogiel* Fig. 1).

4. Eine Verbindung von zwei Ganglienzellen durch einen kurzen dicken Ast habe ich im *Meissner*'schen Geflechte mit Bestimmtheit beobachtet (Fig. 845), doch lege ich auf diese Thatsache keinen grösseren Werth und betrachte sie als

Fig. 842. Eine multipolare alleinstehende Zelle des *Meissner'*schen Geflechtes einer jungen Katze. Gez. bei Syst. VII, Oc. I, k. Tub. *Golgi*. *n Axon.*

Folge einer nicht ganz zu Stande gekommenen Trennung einer Nervenzelle bei ihrer Theilung.

5. In allen Endganglien finden sich ebenso wie in den grösseren Knoten cirkumcelluläre Geflechte oder Endkörbe um die Ganglienzellen herum, die von

Fig. 843.

den Enden der cerebrospinalen motorischen Fasern I. Ordnung herrühren (*Dogiel* Fig. 12).

Fig. 843. Aus dem *Meissner*'schen Geflechte einer Katze von zwei Tagen. Gez. bei Syst. V, Oc. III, k. Tub. *Golgi*. Mehrere gute multipolare Zellen. Ueberall lange büschelförmig beisammen liegende Dendriten, einzelne *Axonen* zu erkennen

In seiner neuesten Arbeit nimmt *Dogiel* ausserdem noch eine zweite Art von Endigung von sympathischen Fasern (*postganglionic fibres, Langley*) um die Nervenzellen herum an, die er intercelluläre nennt (Fig. 10 und 11). Diese Enden sind viel feiner als die andern und sollen aussen auf der Scheide der Ganglienzellen liegen. Wenn *Dogiel* mit dieser Aufstellung Recht hätte, so würde sich, wie ich dies früher annahm, ergeben, dass die sympathischen

Fig. 844.

Zellen nicht nur von cerebrospinalen Fasern (*praeganglionic fibres, Langley*) erregt werden, sondern auch selbst aufeinander zu wirken im Stande sind, was *Langley* aus physiologischen Gründen bestreitet (s. oben). Nun ist aber zu betonen, dass *Dogiel's* Aufstellung im Ganzen auf sehr schwachen Füssen

Fig. 844. Freiliegende Zelle des *Meissner*'schen Geflechtes einer Katze von zwölf Tagen. Gez. bei Syst. VII, Oc. I, k. Tub. und um 1/3 verkleinert. *Golgi*. Der nach oben gehende stärkere Fortsatz scheint der *Axon* zu sein. Die andern sind Dendriten.

steht und dass er mir nicht bewiesen zu haben scheint, dass die feineren Verästelungen von Ganglienfasern abstammen. *S. Ramón* bildet an seinen *Golgi*-Präparaten nur feine Verästelungen ab und die Endkörbe in den grossen Ganglien bestehen auch fast ausschliesslich aus feinen Fäserchen.

6. Zu den Ganglienzellen zählen keinenfalls, worin *Dogiel* mir beistimmt, die von *S. Ramón* in den Darmzotten abgebildeten Zellennetze (Fig. 11) und ähnliche Netze um die Gefässe herum (*Dogiel*, Anat. Anz. X Fig. 5 und 6).

Fig. 845.

Wenden wir uns nun zu den letzten Endigungen der Fasern des *Sympathicus*, so ist von den sensiblen in den *Pacini*'schen Körperchen wenigstens die Endigung als eine freie festgestellt und darf wohl angenommen werden, dass auch an allen anderen Orten, in den Schleimhäuten, Drüsen u. s. w. die sensiblen Fasern in derselben Weise ausgehen. Bei den Ganglienfasern, die nach unserer Auffassung von den centrifugalen Elementen des *Sympathicus* allein zu einer Endigung in den Muskeln, Drüsen, Schleimhäuten gelangen, ist durch zahlreiche Untersuchungen der neuesten Zeit, die im dritten Bande dieses Werkes ausführlich dargelegt werden sollen, nachgewiesen, dass überall freie Endigungen markloser Fäserchen sich finden, die oft vor dem letzten Ende netzförmige Geflechte bilden. Ich selbst kann für solche Enden einstehen bei den Darmzotten (s. auch *S. Ramón* Fig. 12), der Milz, den Nieren, den Muskeln der Darmwand, der *Mucosa* des Darmes überhaupt.

Litteratur des *Sympathicus*.

Man vergleiche die Litteratur des Nervengewebes Bd. I S. 156. Ausserdem: *Arnstein* im Anat. Anz. 1887; *Arnstein* und *Nikita Lawdowsky* in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 29; *H. J. Berkley*, The nerves of the Ilium in Anat. Anz. 1892, Nr. 1; *A. S. Dogiel*, Zur Frage über die Darmgeflechte der Säugethiere in Anat. Anz. 1895 S. 517. — Zur Frage über den feineren Bau des sympath. Nervensystems bei den Säugethieren in Archiv f. mikr. Anat. Bd. 46, 1895, S. 305—344, Taf. 12, 13, 16; *Fl. d'Erchia*, Struttura del ganglio ciliare in Monit. zool. ital. 1894, 1895; *W. H. Gaskell*, The structure, distribution and function of the nerves, which innervate the visceral and vascular system in Journ. of Phys. Vol. VII; *A. v. Gehuchten*, Les cellules nerveuses du sympathique in La Cellule VII, 1892; *W. His* jun., Entw. des Herznervensystems, 1891; *A. Smirnow*, Struktur der Nervenzellen des Sympathicus der Amphibien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 34, S. 407—424, 2 Taf. — Ueber Nervenend-Bündel in der Froschlunge. Anat. Anz. 1888; *Kölliker*, Histolog. Mittheilungen in Würzb. Sitzungsberichten 1889, p. 166. — Ueber die fein. Anat. und die phys. Bed. d. symp. Nervensystems (Verh. d. deutschen Naturf. u. Aerzte in Wien), Leipzig 1894; *Langley*, A short account of the sympathetic System (Physiological Congress, Berne 1895). — Derselbe im Journal of physiology Vol. XIV, XV 1893, XVI 1894, XVII 1894, XVIII 1895 u. Phil. Transactions 1892; *v. Lenhossék*, In Beiträgen z. Stud. d. Nervensystems 1894. Ueber d. *Gangl. sphenopalatinum* und den Bau der sympathischen Ganglien, S. 161;

Fig. 845. Zwei anastomosirende Zellen aus dem *Meissner*'schen Geflechte einer jungen Katze. Gez. bei Syst. VII, Oc. III, k. Tub. *Golgi*.

Onodi, In Arch. f. mikrosk. Anat. XXVI; *G. v. Paladino*, Della terminazione di Nervi n. cellul. gland. et dell' Esistenza di Gangli nel Plesso sottomascellare del uomo. Napoli 1872, p. 16, 1 tav.; *A. M. Paterson*, The Development of the sympathetic nervous system in Mammals in Philos. Transact. Vol. 181 (1890), p. 159; *S. Ramón*, Nuevas aplicationes del metodo de *Golgi* 1889. Sobre la red nerviosa ganglionar de las vellosidades intestinales p. 3, Fig. 2. — Sobre la esistencia de terminaciones nerviosas pericellulares en los ganglios raquidianos 1890, p. 1—5, Fig. 1, 2. — Pequennes contrib. al conocimento del Sistema nervioso, Barcel. 1891, I. Estructura y conexiones de los ganglios simpaticos und VI. Algunos detalles mas sobre las celulas simpaticas. — Notas preventivas sobre la retina y gran simpatico de los mamiferos in Gazeta sanitar. 10. Dec. 1891. — Los ganglios y plexos nerviosos del intestino de los mamiferos S. 1—37. — El plexo de Auerbach de los Batracios in Trabajos del laborat. de Histologia de Barcelona 1892, p. 23—28, Fig. 1, 2; *S. Ramón* u. *Cl. Sala*, Terminacion de los nervios del pancreas 1891, Madrid 1893, 13 Abbild. und Gangl. sympaticos del embrion de pollo, p. 42—45; *G. Retzius*, Zur Kenntniss der Ganglienzellen d. *Sympathicus* in Verh. d. Biol. Vereins in Stockholm Bd. II, Nov. 1889, Nr. 1, 2. — Untersuchungen über die Nervenzellen der Kopfganglien in Arch. v. *His* u. *Braune* 1880, S. 369—402, Taf. XVII—XXII; *L. Sala*, Sulla fina anatomia dei gangli del simpatico in Monitore zool. ital. 1892, 24 S., 9 Abb.; *Schenk* u. *Birdsall*, Mittheilungen aus d. embryol. Institute zu Wien, II. Heft, 1878.

§ 210.

Entwicklung der Elemente des Nervensystems.

Die Entwicklung der Nervenzellen und Nervenfasern ist schon im ersten Bande auf S. 152 geschildert worden, ferner in diesem Bande die Entwicklung des Rückenmarks und seiner Elemente und die Entwicklung der Zellen und der *Neuroglia* des Gehirns, so dass eigentlich nur noch etwas über das erste Auftreten des *Sympathicus* beizufügen ist. In dieser Beziehung sind die früheren Angaben über eine Entwicklung der sympathischen Ganglien von den Ganglien der Cerebrospinalnerven aus von *Remak*, *Schenk*, mir selbst, *Onodi* vor kurzem durch *W. His* junior und *Romberg* genauer verfolgt worden. Aus diesen Untersuchungen hat sich ergeben, dass, wie dies bereits die erstgenannten Untersucher annahmen, die sympathischen Ganglien aus den cerebrospinalen abstammen. Bei dieser Abstammung spielen offenbar Wucherungen von Zellen der Spinalganglien die Hauptrolle und ebenso Wachsthumsvorgänge an gewissen Fasern der Cerebrospinalnerven. *His* jr. betont bei diesen Entwicklungsvorgängen als sehr wichtig eine Auswanderung von zelligen Elementen aus den Spinalganglien, welche Auswanderung er ganz wörtlich verstanden wissen will, indem nach ihm die Zellen wirklich wandern. In Folge davon entstehen anfänglich nicht vollkommen geschlossene Zellenströme, sondern mehr langgezogene Reihen lockerer Zellenschwärme, die erst später sich verdichten und zu Ganglienanlagen und zwischen denselben liegenden Faserstämmchen führen. Die sympathischen Zellen sind anfangs rundlich, werden dann unipolar und schliesslich zum Theil wenigstens bipolar. Alle sympathischen Anlagen bestehen nach *His* jr. nur aus sensiblen Elementen, welche Behauptung sofort von mir als nicht stichhaltig bezeichnet wurde, welcher Auffassung auch *Strasser* in seiner sehr bemerkenswerthen Kritik in *Merkel*'s und *Bonnet*'s Ergebnissen 1892 sich angeschlossen hat.

Mit Hinsicht auf den immer noch andauernden Streit über die erste Entwicklung der Nervenfasern zwischen *Beard* und *Dohrn* einerseits und *His* und *mir* anderseits, erlaube ich mir noch die Sätze wiederzugeben, mit denen ich die Ansicht von *Beard* (Quart. Journ. of micr. Sc. 1886, 1889 und Anat. Anz. 1888, 1892, Zool. Anz. 1884) bekämpfte (Verh. d. Anat. Ges. in Wien 1892), derzufolge die Nervenfasern durch Verschmelzung von Zellen entstehen. Jede Zelle soll im Innern einen Theil des Achsencylinders und ein Segment des Nervenmarks erzeugen, während die *Schwann*'sche Scheide mit ihrem Kerne den Rest der Zelle darstellt.

Es kann hier nicht meine Aufgabe sein, auf eine ausführliche Widerlegung dieser Ansicht einzugehen, und begnüge ich mich mit der Aufstellung der Hauptthatsachen, welche die Auffassung von *Beard* als ganz irrthümlich erscheinen lassen und lehren, dass die von *Remak*, *Bidder* und *Kupffer* und *mir* selbst schon seit vielen Jahren für die motorischen Fasern vorgetragene und später von mir (Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 43) und *His* auch für die sensiblen Elemente nachgewiesene Entstehung der Nervenfasern die einzig richtige ist. Dieser zufolge entstehen diese Nervenfasern und, wie ich beifüge, auch diejenigen der höheren Sinnesnerven einzig und allein aus Nervenzellen, in der Art, dass Ausläufer dieser Zellen den oder die Achsencylinder mit allen ihren Ausläufern bilden, zu denen dann oft noch eine Rindenlage als Nervenmark dazu kommt, während die *Schwann*'sche Scheide mit ihren Kernen eine von aussen dazu kommende mesodermatische Bildung darstellt. Die wichtigsten für diese Auffassung sprechenden Thatsachen sind folgende:

I. Wie *Hensen* und *ich* gezeigt haben, sind die ersten, im Schwanzsaume von Batrachierlarven auftretenden Nervenfasern alle kernlose, feinste, verästelte Fädchen.

II. Im weiteren Verlaufe treten an diesen Fädchen erst einige wenige, weit abstehende (*Koelliker* l. c. Fig. 7), im Verlaufe jedoch immer zahlreicher werdende Kerne auf, die als von aussen aufgelagerte Mesodermzellen zu deuten sind.

III. An bereits dunkelrandig gewordenen feinen Nervenfasern treten an den Einschnürungsstellen feinste, kernlose, verzweigte Fäserchen als Aeste des Achsencylinders auf (l. c. Fig. 9), die im Laufe zu neuen reichen Verzweigungen sich gestalten, die kernhaltige Stellen besitzen, wodurch vielleicht am schlagendsten bewiesen wird, dass die Nervenfasern nicht aus Zellenreihen hervorgehen. An älteren Fasern fehlen solche Stellen ganz oder sind sehr spärlich.

IV. Alle peripheren stärkeren motorischen Nervenstämme bestehen bei Vögeln und Säugern, wie *Remak* zuerst und dann *Bidder* und *Kupffer* und *ich* selbst bereits vor langer Zeit gezeigt haben, aus kern- und zellenfreien Bündeln feinster markloser Nervenfäserchen (sogenannten nackten Achsencylindern) und einer Hülle von mesodermatischen Zellen, die nach und nach in das Innere hineinwachsen. In neuerer Zeit habe ich auch an den sensiblen Kopfnerven junger Embryonen denselben Bau nachgewiesen. Aus dieser Thatsache geht unzweifelhaft hervor, dass von einer Bildung dieser Elemente durch Verwachsung von Zellenreihen keine Rede sein kann.

V. Auch die centralen Nervenfasern treten in erster Linie als kern- und zellenlose Stellen oder Lagen an der Oberfläche des Rückenmarks und Gehirns und im Innern des letzteren auf, und wächst erst in zweiter Linie ein kern- und zellenhaltiges Gewebe in die weisse Substanz hinein.

VI. Da die centralen Nervenfasern mit Inbegriff derer des *Opticus* keine kernhaltigen Scheiden besitzen, so ist klar, dass die *Schwann*'schen Zellen nicht den Achsencylinder und das Mark bilden.

VII. Das Auswachsen der Nervenzellen *(Neuroblasten)* in die Achsencylinder ist von *His* an den Ganglien der Säuger und des Menschen mit Sicherheit gesehen worden und nicht schwer zu bestätigen.

VIII. Ebenso zeigt die *Golgi*'sche Methode bei jungen Embryonen, deren Nervenfasern noch keine Scheiden besitzen, dass die nervösen Fortsätze aus den Zellen sich hervorbilden, welche Zellen theils der Medullarplatte und dem benachbarten Ektoderm *(His)*, theils dem peripherischen Ektoderm angehören, wie bei den Riechzellen, den Corti-schen Zellen des Gehörorganes und den sensiblen Fasern der Haut der Wirbellosen.

IX. Alle feinsten peripheren Ausbreitungen von Nervenfasern in der *Cornea*, der *Epidermis*, den elektrischen Organen u. s. w. besitzen keine Kerne und lehren, dass Achsencylinder durch einfaches Längenwachsthum ohne Betheiligung fremder Zellen weit verzweigte Ausbreitungen bilden können. Dasselbe beweisen die *Golgi*'schen sogenannten sensiblen Zellen II. Ordnung in den Centralorganen und die kleinen Zellen der Körnerlage des *Cerebellum.*

X. Endlich beweisen die Vorgänge bei der Nervenregeneration nach Nervendurchschneidungen u. s. w., dass bei derselben einzig und allein die Achsencylinder durch Auswachsen eine Rolle spielen.

XI. Von den Olfactoriusfasern, bei denen ich bis vor kurzem eine Bildung durch Verschmelzung vieler Zellen annehmen zu dürfen glaubte, habe ich mich in neuester Zeit überzeugt, dass die kernhaltigen Röhren, welche die Bündel der aus dem Riechepithel stammenden Achsencylinder umschliessen, sekundäre mesodermatische Bildungen sind.

XII. Ich betrachte somit alle Nervenfasern als unmittelbare Ausläufer von Nervenzellen. Das Nervenmark leite ich von einer Umwandlung der oberflächlichen Lage dieser Ausläufer ab unter Mitbetheiligung der umgebenden Ernährungsflüssigkeit. Bei den peripheren Nerven könnten bei diesem Vorgange die Zellen der *Schwann*'schen mesodermatischen Scheide sich mitbetheiligen, bei den centralen Fasern die Gliazellen.

Alle Beachtung verdient nun übrigens, dass in neuester Zeit v. *Kupffer* bei *Ammocoetes* alle Nerven, vielleicht mit Ausnahme der ventralen Wurzeln, zellig angelegt fand, d. h. es bestanden dieselben anfänglich aus getrennten Zellen, die später spindelförmig werden. Später ist ein Zellenleib kaum mehr nachweisbar und zwischen den weit auseinander getretenen Kernen ist Faserbildung aufgetreten. Eine Deutung dieser mit den von mir vorgetragenen Ansichten unvereinbar erscheinenden Beobachtungen hat *Strasser* in seinem Referate vom Jahre 1892 versucht, in der Art, dass er vermuthet, dass ein Theil der Zellen der Nervenanlagen nur provisorische Funktionen hat, in welcher Beziehung ich auf seine Darlegungen (l. c. S. 761) verweise.

In Betreff der bei Untersuchungen des Nervensystems anzuwendenden Methoden verweise ich auf die zahlreichen Spezialwerke, vor allem auf *Ph. Stöhr*'s Lehrbuch der Histologie und der Mikr. Anat. des Menschen mit Einschluss der mikroskopischen Technik 6. Aufl., *Edinger,* Vorlesungen 4. Aufl. Technische Methoden S. 205—215, *Obersteiner,* Anleitung etc. 3. Auflage S. 5—40, *A. A. Böhm* und *M. v. Davidoff,* Lehrbuch der Histologie des Menschen einschliesslich der mikroskopischen Technik 1895 und gebe meine Meinung dahin ab, dass die *Weigert*'sche und die *Golgi*'sche Methode nebst der Methylenblaufärbung das Vorzüglichste leisten, was in diesem Gebiete zu erzielen ist, wenn nach verschiedenen Richtungen geführte Serienschnitte dazukommen.

Litteratur des Nervensystems.

Für die ältere Litteratur bis zum Jahre 1881 verweise ich auf die 5. Auflage dieses Werkes, auf die 6. Auflage Bd. I S. 156, diesen Bd. II S. 71—73 und auf die sorgfältige Zusammenstellung in *Schwalbe*'s Neurologie. Die neuere Litteratur ist im Texte überall so berücksichtigt worden, dass es nicht nöthig erscheint, hier noch einmal auf dieselbe zurückzukommen. Ausserdem sind in den Abschnitten vom Rückenmarke der Thiere (§ 130) und vom Gehirne der Thiere (§ 200) und vom *Sympathicus* (§ 208) spezielle Zusammenstellungen gegeben worden. Ich beschränke mich daher darauf, die wichtigsten allgemeinen Darstellungen aus neuerer Zeit zu erwähnen und das sind folgende: In erster Linie die Handbücher von *v. Gehuchten, Henle, W. Krause, Rauber, Schäffer, Schwalbe;* ferner: *W. v. Bechterew,* Die Leitungsbahnen im Gehirne und Rückenmarke, Leipzig 1894; *E. Brissaud,* Anatomie du cerveau de l'homme, Texte accompagné de 204 figures schématiques et Atlas de 43 Planches, Paris 1893; *J. Dejerine,* Anatomie des centres nerveux, Tome I avec 401 figures dans le texte, Paris 1895; *Edinger,* Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane des Menschen und der Thiere, 4. Aufl. 1892; *P. Flechsig,* Die Leitungsbahnen im Gehirne

und Rückenmarke des Menschen, 1876; *Ganser*, Gehirn des Maulwurfes in Morphol. Jahrb. Bd. VII (beste monographische Arbeit aus der vor *Golgi*'schen Zeit); *Golgi*'s gesammelte Abhandlungen unter dem Titel: Untersuchungen über den feineren Bau des centralen und peripherischen Nervensystems, Jena 1894, mit Atlas von 30 Tafeln und seine Referate über das Nervensystem in *Merkel* u. *Bonnet* Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte; *H. Held*, Viele Abhandlungen über die *Medulla oblongata* und die Vierhügelgegend in Neurol. Centralbl. Bd. IX, 1890, Abhandl. d. Sächs. Ges. d. Wiss. XVIII, 1892 und Arch. v. *His* 1891, 1892, 1893; *W. His*, Viele Abhandlungen über die Entwicklung der Nervenelemente und des Gehirns in Abh. d. Sächs. Ges. d. Wiss. Bd. XIII 1887, Bd. XIV 1888, Bd. XV 1889, Bd. XVII 1890, ferner in seinem Archiv 1887, 1890, 1893; *Honegger*, Ueber den *Fornix* in Recueil zool. Suisse V, 1890; die Jahresberichte von *Edinger* über die Anatomie des Nervensystems in *Schmidt*'s Jahrbüchern; *Kahler*, Nervensystem in *Toldt*'s Anatomie, 2. Aufl. 1888; *C. v. Kupffer*, Die Entwicklung der Kopfnerven von *Ammocoetes Planeri* 1895, 80 S., 48 Abb.; *v. Lenhossék*, Der feinere Bau des Nervensystems, 2. Aufl. 1895; *Meynert*, Vom Gehirne der Säugethiere in *Stricker*'s Handbuch der Lehre von den Geweben, 1870; *v. Monakow*, Viele Arbeiten besonders über optische Centren u. Bahnen in Arch. f. Psych. XX 1889, XXIII u. XXIV 1892, XXVII 1895; *H. Obersteiner*, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane, 3. Aufl. 1896; *S. Ramón*, Nuevo concepto de la Histologia de los centros nerviosos 1893 und französ. Uebersetzung von *Azoulay*, Paris 1894, deutsch im Archiv von *His* 1893, durch *H. Held*. — Annal. de la sociedad espannola de hist. natural Tom III, 1894, S. 185, Ganglion habenulae 4 Fig.; Algunas contribuciones al conocimiento de los ganglios del encefalo, Ibid. 12 Fig. S. 195. — Structure de l'Écorce cérébrale in la Cellule VII. 1 fasc. — Apuntes para el Estudio del Bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos 1895, 118 S., 31 Abb. — Ammonshorn und Rinde des Occipitallappens in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 46; *G. Retzius*, Biologische Untersuchungen, N. F., 7 Bde. 1890—1895; *H. Sachs*, Vorträge über den Bau und die Thätigkeit des Grosshirns, 260 S. mit 80 Abb., 27 Tafeln, 1894; *Strasser*, Alte und neue Probleme der entwicklgsg. Forschung auf dem Gebiete des Nervensystems in *Merkel* u. *Bonnet* Ergebnisse Bd. VII; *Wernicke*, Lehrbuch der Gehirnkrankheiten, Bd. I mit 96 Abb. 1881.